土壤

季刊

第二卷 目錄

紀念辭……………………………………………………尹贊勳
中國之土壤概述………………………………………梭頤原著
朱蓮青 馬溶之 李慶逵編譯
地力之測定……………………………………………張乃鳳
對于吾國土壤分類方法之建議………………………侯光炯
中國土壤分類方法草案
松潘草地之土壤………………………………………余皓
川黔境內酸性土及鈣質土之指示植物………………侯學煜
縉雲寺系及其相關之土壤……………………………馬溶之 席承藩
四川省西部土壤之固氮細菌…………………………高尚蔭 宋秉南
苕子根瘤菌之初步研究………………………………黃希素
土壤中之藻類植物……………………………………陳華癸
粉體土壤酸度試劑之配製及其應用…………………彭謙 朱祖祥
肥料放置法盆栽試驗…………………………………朱顯謨

SOILS QUARTERLY

Volume II

Contents

A reminscence of ten-years work of the Soils Division of the National Geological Survey of China .... T. H. Yin

Geography of the soils of China .... James Thorp, translated by L.T.Chu, Y.T.Ma and C.K.Lee

Field experiments on the soil fertility .... N. F. Chang

A suggested method for the classification of the soils of China .... K. C. Hou

The tentative system of soil classification used in the National Geological Survey of China .... Compiled by the Soils Division of the Survey

Soils of northwestern Szechuan plateau .... H. Yu

The Indicator plants for acid and calcareous soils in Szechuan and Kweichow .... H. Y. Hou

Soils of Tsinyunssu series and their relative types .... Y.T, Ma and C. F. Hsi

The occurrence and isolation of azotobacter in soils of western Szechuan .... H. Z. Gaw end P. N. Soong

A Preliminary study on the root nodule bacteria of Hairy Vetch .... H. S. Huang

An introductory review of the studies of soil algae .... H. K. Chen

A powdery indicator for rapid estimation of soil reaction .... C. Peng and T.S. Chu

Pot culture experiments on the red earths , Kiangsi; I. Variativns in yield of crops as effected by the application of manures at different depth .... S. M. Chu

土壤

第二卷　　季刊　　第二期

中華民國三十一年四月出版

松潘草地之土壤……余　皓

川黔境內酸性土及鈣質土之指示植物……侯學煜

縉雲寺系及其相關之土壤……馬溶之　席承藩

四川省西部土壤之固氮細菌……高尚蔭　宋秉南

苕子根瘤菌之初步研究……黃希素

土壤中的藻類植物……陳華癸

粉體土壤酸度試劑之配製及其應用……彭　謙　朱祖祥

肥料放置法盆栽試驗……朱顯謨

中華文化教育基金董事會委託土壤調查

經濟部中央地質調查所印行

通訊處：四川巴縣北碚

經濟部中央地質調查所土壤研究室

中國科學院植物分類研究所圖書室

土壤季刊三卷一期目錄預告

福建土壤概述	周昌蕓　宋達泉
四川農家肥料之利用	應廉耕　馮兆林
土壤水分對於小麥產量之影響	黃希素
人畜糞中氮質之保存方法	陳恩鳳　黃希素 席連之
四川內江甘蔗產量及品質與土壤肥料之關係	孫　羲
邛雅區雅安層之土壤	劉海蓬

本刊啓事

本刊因在渝印刷困難，致未能按期出版，第二卷擬僅出一二兩期。

自第二卷第二期起，改在福建永安印刷，關于校印等事宜，由福建省地質土壤調查所負責。印刷紙張，改用福建毛邊紙，至版式及編輯體制，均仍其舊，諸希讀者亮察！

◁福建永安大道印刷所承印▷

土壤

第二卷　　第二期

季刊

中華民國三十一年四月出版

松潘草地之土壤

余皓

（附土壤圖一　圖版四）

（一）高漠土式

（二）高山冰層土式

（三）高山草原土式

（四）高山沼窪土式

（五）森林土式

（六）旱草原土式

（七）半漠土式

（八）雜式

（九）總論

民國三十年春，奉所命隨曾世英先生領組之本所川北邊地探勘隊，調查土壤，範圍以松潘草地爲中心，旁及灌松岷谷及其支綫，則略予涉獵以窺梗概。

限於時間倉卒，全盤事實，如土壤路綫之詳圖（註十四），植物種屬之學名（註二十），氣候記錄之比較，地形特徵之考證，土壤理化性質之測定，均難及時整理就緒，本篇未能詳述，深引爲憾，茲以九閱月探勘觀感最深者，擬草簡篇以獻明達，冀領教益。

文中「土式」乃土壤地理之符號，經緯度及高度，均以曾世英及林振國先生實測之數字爲根據，全篇有關地形敍述，亦係與曾林合擬者。植物學名由裴鑑楊銜晉先生鑑定，氣候方面蒙張寶堃先生商討甚詳，土壤方面蒙本室諸同事直接間接磋討亦多，本文書畢，並分蒙以上諸君閱讀一過，教益實深，良用謝忱。

本區約佔北緯三十度至三十四度半，東經一百零半度至一百零四度間。高度由736.2公尺(灌縣城)至5310.0公尺(嶧嵫雪山)及5549公尺(雪寶頂)。

由灌縣循岷谷北上，經松潘，以入草地，走俄洛攀登雪峯，高遷緯異，雙重疊變，其影響於土類者，經度變化不及緯度之顯著，而高度變遷劇驟，影響限制之深，又遠非緯度所堪同語。

該區土壤主受高度支配，益以緯度影響，反應於土壤地理環境者，顯然成帶(參閱表一)。既表現水平分佈，尤顯示垂直排列(註十五)。氣候由副熱帶而溫帶，寒帶，高寒帶(Alpine Tundra)，高漠帶，以達雪線。植物由常綠闊葉樹至娘子嶺爲竹藪，下嶺受限於岷谷地形，氣候乾燥，乃由漠谷植物，旱草原，針葉林，雪林(Taiga)高山草原，(Alpine meadow)，高山綫叢，(Alpine bush)，而高漠帶以達雪帶，地形由低山丘陵而V字谷中山區，而U字谷高山區，而寒盆高原區，而圈谷冰湖區，以達雪嶺。此項成帶事實，引爲土帶劃分根據，證以土類觀察，與土式歸納，頗相一致。

本篇討論以土式爲主，土類爲副，土系則從略(表一)茲按次分述於后。

(一)高漠土式

環境　圍繞松潘草地四週，狀若破裂環帶，上聳雪峯，高峙蒼溟，下鄰寒原薹花燦爛，居間者則爲高漠土帶，高限因地而異，例如在俄洛嶧嵫雪山區，起自4600.00公尺至5000.00公尺之雪線而達5310.00 公尺之雪頂；如在松潘雪寶頂區，起自4400.00 公尺至5200.00 公尺之雪線，以達5549.00 公尺之雪頂，又如夷眞夏姆紅星岩，九峯山有下限而無雪線爲上限，乃高度不足使然，或爲氣溫趨暖之證(註廿一)，上限受高空西風與日射角之影響，西坡南坡常高，下限受峻坡陰谷影響常低，上舉數字乃示性耳。

高漠土帶地形爲獨峯，圈谷(Cirque)堆石，冰湖；氣候在雪綫以上四季恆冰，雪綫以下僅數日至卅餘日居零度與十度之間，但同日夜間溫度時達冰點以下；空氣稀薄，懷水量微，高風卓越，蒸發敏速，因高而寒，因寒而燥，一帶石漠，荒無生命(註十五，二十一，二十七)。

土壤　物理風化，爲本式土壤成因之具體表徵，主宰物理風化之因子爲雪，爲冰，爲霜，爲高風低壓，爲晝夜寒暖較差之劇變；其影響於土壤性態者：

(a)無AB層之發育，無淋溶，亦無積聚，A層即C層，以形態學觀之，隸C層土，以發生學觀之

，縱地面平靜，時間許可，AB層亦難形成，此質屬域性C層土，而可以『原始土』名之。

（b）全屬鑛質土性，整塊者爲岩峯，迤邐成嶺，散塊者爲堆石，大如毛牛，小若瓦片，碎礫者爲角礫粗泥，點佈岩峯堆石間，均不含細土粘粒，與母質相較，形異而質同，母質以花崗岩爲主，次爲石灰岩，流紋岩及變質砂頁岩等（註廿九）。

（C）本土式按土性與冰雪覆被期間長短（註廿三，廿四）分爲下列各類：

1.雪被岩骨土　　常年被雪。

2.裸露岩骨土　　年中有數日至十餘日雪融期。

3.冰礦土（註二）　年中有十餘日至二十餘日雪融期。

4.霜礫土（註二）　年中有二十餘日至三十餘日雪融期。

（二）高山冰層土式（註）

環境　屬上部高寒帶，包鄰高漠土之四周，多成連續之環，間斷分佈於草地邊緣，有因高度不足，致無高漠土，爲之上限。若上中下三俄洛幾全屬高山冰層土區，高限可由3600.00公尺至4600.00公尺（以俄洛爲例），但下限因高山陰坡之寒冷程度較因海拔增高而寒冷之程度猶甚，故下限常可低降，一面伸入草原帶，一面伸入森林帶。

1.地形　高原集團丘陵羣（以松潘草地區爲例），每一山口，約常爲四千公尺，愈西而高，愈東而低，谷底爲3500.00公尺，丘頂爲4400.00公尺，闊谷，長台，緩坡圓頂，其上限與高漠土帶相鄰者有一部仍爲冰川地形，如古冰河渠槽，及其中之小湖與堆石，黃河流經本區者，均微帶下刻現象，如河岸階級台地之生成及部分V字谷形。但支流之原頭與平台狀之分水口處，均屬千萬小沼之死水，而成低泥炭窪地，俗曰陷泥坑，其土壤亦屬本式，但爲討論方便計留待第四節述之。

2.氣候　具一般高山氣候之特質與高漠土帶相較，於氣溫方面，僅量之不同，即此微小差異之量，已足使植物社會，表現活潑生氣，年中有三十日至五十日雪融解凍期，氣溫可達十度，其中有數日可達十五度，於七月廿九日曾得最高溫度爲二十八度，但同時於七月十七日得最低溫度爲零下五度，有時或過之，但其平均溫度舉例如俄洛區七月十日至八月十八日間，所得記錄爲七．五度，又八月七日午後二時於該區，曾測得黑球溫度爲五十九度，而常溫僅廿度，此意即謂

（註）：原文「Tundra」本意指無樹平原而言，故有苔原，地衣原，石南原等植物地理名稱；於氣象學方面稱爲副極帶，因海陸燥濕不同，俄國學者又分之爲四區，地面下有永久凍結層，故俄國土壤地理學者，稱該區土壤，總曰冰層土，按Glinka氏主編之俄國土壤圖，分爲乾冰層土，沼澤冰層土及森林冰層土。

中國科學院植物研究所分類室圖書

高寒區空氣雖冷，而岩石土壤及紅花綠葉，所獲日熱之感覺溫度（ Sensible Temperature ）常高（註廿一，廿三，廿四，）。夜光皎潔，月明如晝，輒爲翌晨，嚴霜酷寒之預兆。冰雹，風雪，雷雨，時發生於午後，其來也烏雲蔽空，狂風驟至，雷閃交着，溫度突降，俄而冰雪雹子，由疏而密，由密而疏，繼而夾雨數滴，已而晴朗如故，夏季多雨，濕度較高，約由50%至65%，間亦達96%者。但低壓高寒，生理乾燥現象，仍屬顯著。春秋冬三季爲雪期，氣候甚爲乾燥，土水均凍結爲冰層，於此期間，雪由昇華作用而消失者甚多。

3.植物(註十五，十六，二十)　氣溫低，土濕高，紫光充足，日射率强，夏雨豐沛，爲高山花草之理想世界（註廿一）。其近高漠土帶處，在峨嵋雪山，爲純質苔氈植物，在雪寶頂黃龍寺爲地衣植物，爲棕黑色頂囊子菌與藻類共生者。（他一類名雪茶，爲綠藻與白色菌類共生者）。在濛口一帶，則爲石竹科及十字花科及矮小之菊科，稍下則爲小葉杜鵑與苔類雜生，地表半成裸露狀態，於水口，湖邊及山之陰坡則成大片之高山矮叢，其主要構成分子，爲極帶楊柳，小葉杜鵑下與苔類雜生，此種植物在生態上輒示旱生屬性(如葉小，多毛，厚而角質化)，七八月間騎行此矮綠叢中，有一印象永留腦際者，爲冰島罌花，片紫，片紅，一若如許酒帘，飄搖招展於綠楊村中，引人入醉也。此外陽坡及河岸台地，又表現萬花草原風光，莎草科爲草原之基本植物，禾本科實居次位，其中麗花顯著者爲龍膽花，飛燕草，高山紫堇，馬先蒿等，此項花草留待第三節述之。

土壤

(1)成土方式及土性特徵　高山冰層土（註一至十四），以有冰結土層存在爲其特徵，影響所及反應於土壤內性與形態者，舉述數端如下：

（ a ）腐植質層與礦質層之尖銳對比性。

（ b ）冰層持續性，年達九至十一閱月之久，不利灰化作用，若北極之永久地下冰層，該區則無，此則高山高角强日與平原低角弱日不同所致。

（ c ）長期冰層短期解凍水濕，使土壤表現半沼澤土式之特徵，其顯於腐植質層者，爲趨向泥炭化深棕色之薄層，銹斑及圍繞小根所成之管狀鐵枝，其顯於礦質土層者爲疏落之銹斑與銹絲。

（ d ）苔叢吸濕力强，放濕力弱，隔熱，防止蒸發，加以夏季多雨，均乃維護此種土壤發育於半沼化作用成土方式之下。

（ e ）土水淋溶現象，始於解凍之後，隨土層逐步向下解凍之際，土水則滲積于猶在凍結之底層。在坡地此項積水隨時表示横滲流失現象；若緩平山麓，矮叢疏隔，地面現半球小墳塲狀者，則常爲暫時潴水，若爲窪地則成爲另一土式，待土層全部解凍時，則水積作用減弱，然夏雨充

中國科學院植物研究所圖書館

足，當大凍結開始時，正土壤猶含甚多水分之際，以後逐漸向下凍結，而土水得以固體狀態保存土中，以供來年植物生長之用。

（f）物理風化作用較輕於高漠土，以礦質土層言，多爲粗骨土，少粘粒，石礫石片由上向下而增多，以腐植質層言，多屬粗腐植質而未經若何菌類作用者。

（g）化學性質，土壤pH值僅由中性至極微酸性，此實冰層緩滯土水淋溶作用所致。

（2）土類及剖面　高山冰層土，因植物羣落不同，反應於形態者，差異甚鉅，據此分爲下列四類：

1.地衣冰層土　其爲棕黑色地衣者，（註二十）土層厚度不及五公分，爲灰白色地衣者不及十公分，無顯著之冰層，凍則立即全部皆凍，融則立即全部皆融。表層爲半泥炭化粗腐植質，下接岩面，或微夾一層極薄之石礫。

2.苔氈冰層土　薄層綠色苔氈，平舖岩面，厚不及十公分，下接薄層碎粒岩面，無泥炭化粗腐植質層，或極不顯明。其凍結凍解情形同地衣土。

上二類以形態學觀之，屬A—C層土式，以發生學觀之，或曰始生土（Primitive Soils, Zakharov氏命名）（註三）。

3.苔叢冰層土　喜濕性苔氈，在極帶楊柳與小葉杜鵑陰蔽之下而繁生，土溫較上述者爲低，水分較上述者爲多，具顯著之冰層，苔具膠質，不易分解，矮叢因避空中生理乾旱，厚固表皮組織，根部受限於冰層；又難充分下展，僅能橫佈，細根極少，大根多屬粗硬堅質，故腐植質層增厚甚難，以寒冷故，植物殘體或離體，多成半分解微分解或全不分解之混合體，與礦質土粒，亦成若接若離之狀態。全部均含礫片，愈下而愈多。

實例二則

剖面四二：（雪山樑子系）十二月十二日採于松潘雪山樑子，植物爲苔與小葉杜鵑，（註二十）拔海4100.00公尺，地面因冰蝕雪裂半成裸露狀態。

A0（10096）：　0　10公分新鮮苔叢，隱蔽於小葉杜鵑之下，彈性，多孔含水，露空。pH6.5

A1（10097）：　10—18公分，深棕根狀粗泥炭層，半分解及微分解，與礦質土粒雜存層際，逵較上層爲緊。pH6.5

A2（10098）：　18—25公分，淺灰粉質壤土，含石礫，根部止於此處。pH6.0，銳變至

B（10099）：　25—40公分，淺灰黃，多礫，粉砂質壤土，微帶銹紋銹絲，不含植物根，或微不可計，冰層顯著影響始於本層，pH6.5微變至

Bc（10100）：　40—55公分，淺灰黃石質粉砂壤土，染銹紋銹絲，pH6.5

剖面三四：八月七日採于白衣寺至唐薩途中之西北山坡，植物爲極帶楊柳，小葉杜鵑，苔叢及大葉草類，連續叢密，拔海3890公尺。

A0(10051)： 0—10公分活苔，彈性，多水，pH6.5

A1(10052)： 10—17公分，苔，草根，殘枝，枯根，落葉，並雜含礦質土粒之粗腐植質層，其下部約一公分厚處，爲層隙較緊之棕黑泥炭層，此薄層非偶然者，而爲一般通性。銹紋圍繞小根有管狀鐵枝生成。pH5.5

A2(10053)： 17—34公分，棕色壤土，帶銹紋，銹膜，柔軟，略含粗根pH5.5

B(10054)： 34—55公分，淺灰棕粉質壤土，含石礫，帶銹紋銹絲，冰層顯著影響，始于本層，pH5.5

Bc(10055)： 55—57公分，淡棕石礫粉質壤土，微帶銹紋，pH5.5

4.森林冰層土 一般高度，較前述三者爲低，約從3500公尺—3800公尺，爲雲杉純林，下木爲大葉杜鵑矮樹，多爲東北坡向，塊狀散佈未見成帶，積水凍結，苔叢蔓生，樹幹均現發育不良姿態，有斜出者，有橫生者，展至六月九日，吾人猶見冰層存在，並於五月三十日採此標本時，猶見雪掛樹枝，花開寒林（註二十五）（大葉杜鵑白花）同日測得林內，林外（草地區）之氣溫與土溫（註二十四）如下：

	林外	林內
氣溫	16°c	7°c
黑球	48°c	——
土溫（地面下50cm處）	8°c	2°—0°c（由土面至冰層）

由上表簡粗試驗，陰坡與林蔭，影響溫度降低，較草地因海拔增高而降低爲尤甚，此高山冰層土式，能求獲於較低海拔之森林區中。

此項森林冰層土，同時亦示其爲森林土與冰層土之過渡式。

實例一則：

剖面一三（卓倉系）：五月三十日採于卓倉寺埡口東北坡向，植物爲雲杉杜鵑。

A0(9946)： 0—10公分，綠色，活苔，彈性，多水，漏空，pH7.0

A1(9947)： 10—15公分，深棕粗泥炭層爲枯枝杉葉，苔根及杜鵑花萼殼之混合體，半分解，半未分解，層隙較緊，含水亦濕，pH7.0，銳變至

A2(9948)： 淡棕灰色壤土，微帶銹紋銹線，略含一二鵑枝。pH3.0

B(9949)： 淺黃灰色冰層，堅實如石，鑿以鐵斧，冰花夾土粒四濺，微帶銹紋銹絲pH5.5

第三第四），以形態學言，屬A—B—C層土式；以成土作用言，已有灰化作用。但全剖面之形態，已明示吾人具微度沼化作用（Bog process）之特質。

（三）高山草原土式

環境　高山草原，居森林線以上，實不啻一萬花草原（Flowering meadow）若松潘草地者，乃標式也。其高限與平限之廣闊，非亞爾卑斯之高山草原（註二十一，260—261頁），所能望其項背，高度由3300—4000公尺因陽坡伸入高山冰層土區而成複域，因陰坡本區亦間有冰層土存在，因高度降低，而無森林覆蔽，伸入寒帶森林，而成森林草地混合區，至若泥炭草窪，則爲吾人旅行該區，每日必需考慮者。

（1）地形　成錢袋狀，高度由西南向東北緩慢低降，如口頸，吾人固未身臨其境，但已遙見雲峯排嶺，收斂於東北一角，黃河出俄洛境，流貫北首，噶曲墨曲，發源於南首縱貫南北而入河。丘陵多屬緩坡饅頂，其羣儲遞變狀態若由北而南，初則孤立，繼則成團，已而大羣爲帶；至若平蕪綠野，草壩漫漫，則丘愈孤愈大且闊，丘愈羣愈小且窄。

河岸台地，已連續成爲大壩，階級不易區分，若麥額區之小盆地，則爲三段階級地形所成。又海子甚多，若熱耳大壩以西之大澤，廣之小海，若薩摩湖，乃其較大者，均無出口，環佈湖澤邊緣者，爲萬千小水之草窪，中穿數行髮曲細流，吸草窪之水，緩流入湖此乃河蝕作用發軔之始。黃河至柔藏寺九曲而流，若登神山一覽，若似入天漢然。在夏漫與墨曲之間，有長堤如龍，狀若自然堤防。又於夏漫唐昆間在黃河灣頭東側，見有月牙形之河岸台地，及其已漸湮塞于牛角湖中之水窪，因此，黃河灣轉，實河床改道之現象。柔藏寺黃河岸西北坡向（東岸）有一帶似黃土層之堆積，成因不明，下部有極奇異之黃土偶，沖積於該地河灘者，經冰水洗滌後，瓜頭兕腹，鵝裙項頸，視而發噱。

（2）氣候　上限接冰層土區，下限接森林土區，因高度範圍變化之影響，一部分與冰層土區相似，一部份與森林土區相似。丘陵低平，草壩無垠，空氣自由，風速極大，而於黃河兩岸爲尤甚。

一般地形，南高北低，故夏季平均溫度，理應南低北高，至於緯度影響，則應南高北低，但緯度不及高度影響顯著，故南首溫度低於北首（註二十三）。

年中氣溫居0°—10°c間者，有二至三閱月而限於局部地形之影響如麥額盆地，曾測得七月一日至七月九日，平均氣溫，爲16.5°c，於是該區乃有農業。

六月十三日，午時，當時天空碎雲耀日，測得溫度如下：

黑球	48°.0c
氣溫	12°.0c

可見氣溫雖低，而土溫常高。此外冰風則固無日不有，故最暖月份，亦有零下溫度記錄。五六月間，雪期漸盡，雨季之前爲草地最乾旱時期，風大，氣寒，雪多因昇華而消失，無益於土水之保加，當時相對濕度，最高者爲79.5%最低者爲44%而常爲50%。季風雨，始於七月，盛於八月，終於九月，但東南季風力量，至此已成强弩之末，並由南而北減低其雨量，此種事實乃由土類觀察而反證者，如北首有黑鈣土而南首則無。午後雷雨習性與冰層土區相同。夏季氣候因多雨而濕潤，時有平原景象及海上風光（註二十六），如六月十四日，於墨曲河岸遙見「蜃」處海市幼影，晶球三隻，騰飛天空。七月八日，於阿壩，是晨草地含水生霧，霧蒸化而爲雲，雲漫山頭，浮空成帶，有如海晨。又七月十四日，向晚雨後，曾見東方垂虹，知明朝將晴。此種天氣變幻景象，使吾人想見草地高原實帶平原質素。

（3）植物（註二〇） 高山草原，乃無樹之萬花草原，草類構成分子，以莎科中Carex一屬爲主，而禾本科爲副，向西南莎草科增多，向東北禾本科增多，仍以莎草科爲主，其最顯異者則爲高寒之花。（Flowering herbs），如藏報春（Primula），望江南（Senecio），火草（菊科中之一屬），雉子筵（Potentilla），毛茛屬（Ranunculus），海百合（Anemone），飛燕草（Delphinium），琉璃色之龍膽（Gentiana），金黃色虎耳草（Saxifraga），紫堇（Corydalis），綠絨（Pedicularis），貝母（Fritillaria Roylei），又如青委，大黃，乾松，亦所常見。以上所述，針葉草本多具宿根，大葉花草，多具塊根，或根部特別膨大，尚有菊科一種，四葉貼地，力壓土面，下陷四五公厘，該區植物葉多帶絨毛。每一同屬之植物，均各待良機一到，即爭先恐後，萬花競發，蔚爲一時景觀，俄而花謝，俄而結實，於極短時間，完成生命史，如六月中旬，一帶藏報春，片金片紫，意謂春到草地；又如望江南，一片黃色水葵，乃七八月間仲春之景色；又如龍膽，飛燕，碧綠琉璃，乃九月間景色，而謂春之將歸。凡此種種事實，均所以說明高山草原植物，在如何適應高山氣候之突變，以遺續生命。

土壤

（1）成土方式及土性特徵 本區氣候與植物，等量支配，此項土壤發育之方式，而直接影映於形態之表徵。草本植物榮枯迅速，所謂「野火燒不盡，春風吹又生」肢體肉柔，易於分解；細根盤結，殘積甚豐；，就腐殖質給源觀之，以草本植物爲首，植物羣落與構造，若能成爲高山草原式者，則尤爲土壤中腐殖質含量最高之倉庫也，就有機質分解作用觀之，則受限於氣候因素，溫濕月季短促，寒燥月季邊長，溫濕時，生長作用大於分解作用，而分解作用亦僅起於溫濕之時；寒燥時，一切微小生命活動均告停止（註七，八）既無生長作用，亦無分解作用，故高山草原氣候，乃以保儲腐殖質力量超越分解腐殖質力量爲其特點，此項特點與腐殖質因含鈣而保儲者異，如黑色石灰土然。因沼濕而保儲者亦異，如泥炭土然。

此項高山氣候與草原植物，其聯合力量，大於任何母質影響土壤成因所施之相反動力，舉例爲證：四川盆地紫色土乃因紫色岩層物理性而產生者，故土性岩性相似；若夫紫色岩性絕對相同之紫色層存在於松潘草地者，如「阿依根康」一帶之長岩，則非紫色土，檢視剖面性態，仍屬標準草原土類（屬阿依根康系）。

高山草原土與冰層土之氣候，局部相同，大部類似，但無冰層，此則由於土水含量，不足以供冰結之需。土水不足之原因爲：

a.草原植物，下無苔蘚以蓄水，上無矮叢以遮陰；故直接受高山強度日射之溫暖，與高山生理低濕空氣之吹燕，使土壤水分之消失量，大於冰層土中所含之水分，故半沼化作用一般言之，較爲微弱。

b.七八九三個月，爲草地雨季，雨水下滲土面，初則受阻於草根，速率減緩，繼而向下緩滲，流經高量腐植質層，繼而速率較快，滲濕C層（礦質土層）。夏季雷雨之後，地面吸收不及，形成無數之水塘（註二十五，二十六）而後一面蒸發，一面緩滲以消失，此於活草根層之下部，能形成極薄（1—3cm）黑棕色泥炭層者即以此故；牛馬踐踏（該區悉爲遊牧社會），蹄力着地，使表土緊密，使空氣阻塞，其影響深度（約二十公分處）亦與此層位置相當，故可引爲本層成因之一。

c.入冬以後，雪被地面，土水暫時保存，C層起鐵質銹化作用，此亦爲重要時期。因水量不足，土水僅能成半霜結狀態，而難成爲連續之冰層。草原風大，向風地面，雪層時爲捲散而裸露，至五六月間爲尤甚，雪因昇華而消失者亦劇，此時高壓而燥之氣候，使夏季殘存之土水，逐漸由上向下而消失，致使土水初爲毛管態上移，繼爲水膜態上移，終爲氣膜態上移，而十分乾燥，此於淺土層者（如草衣土 Sod）爲尤甚，如六月十五日，由墨曲至夏漫途中所經丘頂，裂爲多角形地面，馬行其上，聲若鐵蹄擊甕然。土粒均成塵粉，而爲風所吹失。但一入雨季，則此種多角形地面旋又消滅。

以上說明高山氣候與草原植物，如何支配成土作用必經之途徑，茲更就此項成土作用，表現於土壤性態者若何，摘述數端：

a.高量腐植質層與其厚度。

b.粘粒少，砂粒亦少；岩片甚多，愈下愈多而大，形狀參差，銳邊多稜，成分與母質無異。

c.可發育於各種母質之上，具各種色澤相異之C層。

d.A_0層爲枯草色根狀粗腐植質層，根網內含粒狀腐植質與礦質土粒，多屬半分解態，下部每見半泥炭化之薄層，敷貼根皮之上，而現棕黑色彩；層中並有微度銹化作用，厚度由五分可

至三〇公分，而以十五公分爲常態。

e. A_1 層爲深棕色無定形腐植質層，並富含細根，礦粒漸增，呈團塊狀構造及僞核構造，無銹化作用，厚度由10—20公分，腐植質化作用，相當深進。

f. B層，栗棕色，粉狀腐植性土層，僞核僞團構造，腐植化作用，愈趨深進，本層爲土壤發育過程之階段與地形之關係有時闕如，僅爲草衣土；有時厚達一公尺以上，竟成黑土式草原土類，而標準厚度，則爲10—30公分，無銹化作用。

g. C層性狀各異，發育於紫紅色層者，則爲紫色礫片；發育於灰黃砂頁岩者，則爲灰黃砂頁岩礫片；發育於石灰岩者，則爲細小之石灰岩片；發育於紅色礫岩者，則爲紅色含粘土之卵石，但有一通性即本層均有銹化作用存在，或反應於微弱之鐵線與鐵紋，或反應於強度之潛鐵層（Gleifer—illuvium），前者多爲坡地，後者僅見於河岸台地。

h. 母質成分，僅能影響正常高山草原土之C層。C層時具石灰反應，而岩片則具更強之石灰反應，故此項具石灰反應之C層，與Bca層或Cca層不同，前者謂淋溶作用，雖已遭遇母質抵抗，但仍繼續深進而下透母質，後者因土水下淋已達一定之深度即中止深進，而積爲鈣層。此種現象，多見於草地北首，南首則無。

i. 正常高山草原土，A_0 層應具半閉性之泥炭化作用，C層應具半閉性鐵質銹化作用。A_0 及A層pH6—7；B層pH6—6.5，間爲pH7—7.5；C層pH5.5—8.0，視母質之成分而決定。

（2）土類及剖面　高山草原土爲松潘草地，主要之土類，余曾以較多之精神貫注此項土類之觀察，標本材料凡二十餘剖面，經野外與室內初步研究，對分類問題攷證尤多，本文係簡報性質，僅以大類，檢討如下：

按B層有無及其厚度與性質，分下列三類（註三）：

1. 草衣土（Sod）：　無B層，屬 A_0—C土式。

2. 高山草原土：　B層10—30公分厚，無縱橫裂隙，下界邊際平滑，無石灰積聚，屬A—B—C土式。

3. 黑土式草原土：　B層30—120公分厚，有縱橫裂隙，縱大於橫約十倍至卅倍，形態上無顯明石灰積聚，底部炭酸鹽反應，或有或無，不含結核，邊際極微波曲。

（以上三類，按C層性質，尚可分爲若干亞類，以篇幅所限從略）

實例三則：

1. 草衣土（剖面三〇阿西系）八月三日採于山頂草坡，拔海3800公尺，因雨季不見多角形裂隙地面。

Ao (10035)：　O-11公分，上部O-7公分處，枯草色根狀粗腐植質層，根網盤結稠密，成半分解態，網隔爲粉狀腐植質性礦粒塡充，示僞粒構造；七公分以下，較密實，色黑棕；頗顯明，已起部份泥炭化作用，礦粒含量，較上層增多，質地居壤質與粉砂壤土之間，表面略有一二岩片散佈，pH7.0。

C　11-15公分，岩片略含無定形腐植質粉狀土粒，無石灰反應，pH7-7.5。

2.高山草原土　剖面二四(草地系)　七月十三日採于沙柯河賓，山坡草地，拔海3670公尺。

Ao (1007)：　O—10公分，枯草色雜新鮮莎草根叢，根塊草泥，盤結甚固，性質柔軟，下部具極微度之部分泥炭化作用，pH6.0。

A (1008)：　10—23公分，深棕色，無定形腐植質粉砂壤土，雜含根狀腐植質細網，僞核僞粒構造，不含石礫，pH6.5。

B (1009)：　23—38公分，深灰棕色無定形腐植質粉砂壤土，略含細根，僞核粒構造，無縱橫裂隙，含岩片少許，pH6.0。

Bc (10010)：　38—49公分，過渡層，淺灰棕色礫質粉砂壤土，含一二細根，僞粒構造，無縱橫裂隙，pH5.5。

C (10011)：　49-70公分，灰色岩片，雜含灰黃色粉砂壤土，具銹紋銹絲，無炭酸鹽反應，pH7.0。

3.黑土式草原土　剖面三二(索藏寺系)　八月三日採於康薩寺黃河濱，河岸草原台地，拔海3680公尺。

Ao (10039)：　O—20公分，枯草深棕色粉砂壤土，草根鬆結，僞團粒構造，下部無部分泥炭化層，pH6.5。

A (10040)：　20-32公分，灰棕色粉砂壤土，微具層狀層理，但主要構造，仍爲核及團粒狀，pH7.0。

B_1 (10041)：　32—120公分，淺黑棕色，粉砂壤土，柱狀大構造，塊狀小構造，具縱斜裂隙，無草根，略有管狀虫穴存在，原生孔隙少，無石灰反應，pH7.5。

B_2 (10042)：　120—170公分，淡黑棕色粘壤土，較上層密實板塊構造，具縱斜裂隙，無草根有炭酸鹽反應，但無形態表徵，pH8.0，下邊界綫微波曲。

C (10043)：　170—200公分，淺黃色細砂壤土，雖板結而鬆脆，强炭酸鹽反應，再下卽爲潛水面，pH8.0。

上述三類土壤剖面形態，溯源發育過程，似有蟬聯史跡，若草衣土，象徵幼年，高山草原土

，象徵壯年，黑土式草原土象徵老年。此三項土類分佈，受微域地形限制甚大，若地形不變，則幼者恆幼，壯者恆壯，老者恆老。茲以康薩寺黃河兩岸之地形植物與土壤之剖面圖解為例（圖一），聊示草原土發育階段變化，以窺一斑。

（四）高山沼窪土式

環境　本土式一部分與高山冰層土式共存，一部分與高山草土式共存，故其外界氣候與高度分佈變化，均同前二土式，所異者僅一窪地形耳。沼窪地形，影響最深者，為地面降水之淹瀦與匯積，小者為沼為池，大者為湖為海子，此乃一羣水生及濕生植物，變為泥炭之主因。此項土式在草地與其視為偶然事實，毋寧視為普遍現象，且為草地地形特質之一，吾人騎旅斯地，日懼馬陷大澤，所謂草地陷泥坑，卽指此而言。

沼窪略分湖沼與河沼二式，前者主要分佈於草地北首如「熱耳壩」大湖，「磨」湖，「薩母」湖等，四圍邊連萬千小沼，沼形綫狀、輪狀、多邊狀，大者丈餘，小者尺許，沼沼相連，中為泥炭草梗（俗曰萬年牟根），此草梗卽為馬渡大澤之棧道。其因坡度影響，沼羣中亦有數曲細流，淺刻其中，緩流入湖，沼之陷度（以馬陷泥澤為例），普通約一尺至四尺。後者主分佈於草地南首，及丘陵分水口之頸部與頂部，面積小而零散，其沼羣性質，與前相似，但沼水排泄，不入湖而入河谷。

氣候屬高山寒原帶，同前二土式。植物以濕生與水生為主，其中主要構成分子，首推莎草科中之Carex 一屬，餘為野草、野韮、望江南屬（Senecio），及其他有花濕生植物；水生者枝葉軟柔，隨水擺盪，苔蘚一類，至不多覯。

土壤

（1）成土方式及土性特徵　以氣候環境言，原可歸入高山冰層土式，第以沼窪地形影響之鉅，致土性大異，故單以沼窪（註三）土式討論之。本土式具兩種特性：一為標準沼澤土性，一為強度化之冰層土性，此二性質，均同時反現於土壤形態之上。沼澤為地形之反應，冰層乃氣候之表徵，若夫高山沼澤土式，則為地形與氣候限制植物分解所演進之結果。

本土式特質摘要簡述：

a．冬季全部冰結，以其含水超過飽和程度，故冬季土壤亦無所謂冰層，實一冰凍土也。初夏解凍上部積水泥濘，下部仍凍結如故，嗣後高山日熱強射，足可使此冰層全部溶解，就吾人記載所及（註廿六），三米半以下，未見冰層，此處已達母質，並有涓流潛過，亦若石灰岩下之暗渠。

b．土水移動，為淹濕下透狀，為潛水升降狀，為停蓄狀，造成極端氣塞之物理環境，但需

注意者，水之移動，僅見於解凍以後。

c.草地雨季一過，氣候逐漸乾燥，沼澤土水乃以固體狀態保存土中，據西番云：「走草地，冬更宜」，蓋陷泥不見也。

d.於水淹氣寒與長期寒冬聯合影響之下，極利有機質之保存而難分解（註七，八），雖暖季甚短，植物生長不豐，然以分解作用低弱，即此少量有機質，每累積達厚度三米達以上之泥炭層（以吾人目睹者爲例）。

e.土壤上部有機質層，因積水氣寒，盛行泥炭化作用，而殘積增厚，下部礦質土層，因潛水氣寒，盛行潛化作用，一面離鐵使土色灰藍，一面聚鐵，使土色斑褐。

f.本式之基本土層，即爲Ao—G層土，此外因發育之過程，因土水移動之改變，而有若干附加土層。

(2)土類及剖面 本區高山沼澤土式，僅有冰層沼炭土一類，屬低泥炭土（Low moor Peat）性（註七），以植物言，相當Carex泥炭土。因氣溫差異，泥炭層分解強度，表現各種不同之階段，此項階段，可由色澤形態指示之，此色澤（註九）富涵科學理解之意義，以此爲據，分類如下：

1.黃棕沼炭土

2.深棕沼炭土

3.黑棕沼炭土

茲分別舉例，申述如下：

1.黃棕沼炭土 概分佈冰層土區，位置最高，受水濕寒凍影響最深，有機質呈極微度之分解，木質及纖維質，色呈黃棕，仍保存爲原狀，成分似無若何改變，亦不見炭化作用，蓋無黑色可證，其中不含礦質土粒，即有亦微可不計，其G層有具一層者，有缺BG層者，此可引爲分系或變式之根據。

實例一則

剖面二六（俄洛系）：七月十六日採于俄洛　雪山北麓，古冰河渠槽，今草窪沼地，拔海4400公尺。

Ao_1 (10015)：0—25公分，深棕色，粗纖維席狀草根，略含灰棕色粉質礦粒，pH 5.5。

Ao_2 (10016)：25—42公分，黃棕色半粗纖維質泥炭層，疏鬆多隙，不含礦粒，且無根銹，pH5.0。

Ao_3 (10017)：42—123公分，深黃棕色粗鬆泥炭層，碎至微度氈狀及纖維狀，不含礦粒且無根銹，pH5.0。

Ao$_4$（10018）：　123—159公分，滯黃棕色粗鬆泥炭層，纖維狀夾以氈狀，無礦質土粒，不見根銹，pH5.5。

Ao$_5$（10019）：　159—175公分，深滯黃棕色，粗鬆泥炭層，纖維狀夾以氈狀，無礦質土粒，不見根銹，pH5.5。

G$_1$（10020）：　175—192公分，滯黑灰色粉質壤土含細腐植質粒，略有礫片，不見銹紋，深度潛化，pH5.5。

G$_2$（10021）：　192—250公分，滯藍灰色粉質壤土，含礫片甚多，不見銹紋，強度潛化，pH5.6。

剖面十（淺土相）：五月二十日，採于浪架嶺埡口北坡渠頭，草窪沼地，拔海3700公尺，本日下埡口時見冰塊猶存，狀若實心，無蓬獨木舟，大小亦相若，似若停擱船塢然。

Ao$_1$（9933）：　0—15公分，深棕席狀粗纖維草根層，略含粉粒，具根銹，pH6.5。

Ao$_2$（9934）：　15—50公分，黃棕粗纖維泥炭層，半成氈狀，微含粉粒，具銹紋，水面淹沒本層上部，此時冰層存在五十公分處，漿狀構造，pH5.5。

BG（9935）：　50—55公分，褐黃色砂壤土含礫質，以溫溫之，當夫冰已化水之際，即成漿狀，pH6.5。

G　（9936）：　55—75公分，灰藍色礫質砂壤土，略含班點，pH5.5.下部接近河床。

2.深棕沼炭土　一部分與冰層土區共存，大部分與草原土區共存，一般高度分佈，均較前類爲低，其有機質分解作用較前類爲深進，並起部分炭化作用，植物組織保存，已遠遜前類之完整，並有礦質粉粒參雜其間，色澤以深棕爲主，剖面形態均具BG層及A$_2$G層。

此土類之剖面，其泥炭層每有數度相同歷史之演變，而爲二重或三重之垂直排列，新剖面掩蓋發育於舊剖面之上。

實例一則：

剖面四十（濕地塘系）：九月廿五日採于濕地塘（色既垻）河岸沼窪，拔海3500公尺。

Ao$_1$（10082）：　0—15公分，深棕粉砂壤土，半草泥化層，pH5.5。

Ao$_2$（10083）：　15—31公分，深棕細泥炭層，鱗片構造，不含根孔，微含礦質粉粒，pH5.0。

Ao$_3$（10084）：　31—42公分，深棕粗泥炭層，鱗片構造較大，含一二根孔，並雜含礦質粉粒，pH5.5。

Ao$_3$（10085）：　42—57公分，灰棕粉質泥炭層大鱗片構造，有機質少而細，含根孔，下部與礦質層嵌接，pH5.0。

A G（10086）： 57—60公分暗灰粉質壤土，具較多之根孔與根銹，並有細粉狀於植質之染雜，pH5.5。

A_2G（10087）： 60—120公分，白灰色粉砂壤土，含根銹極少，pH5.5。

B G（10088）： 120—145公分，白灰色粉砂壤土，富褐黃色條紋與根銹，並含較多之根孔，pH5.5。

A_0（10089）： 145—170公分，深黑咖啡棕色泥炭層，部分炭化爲黑粉狀，褐棕色者仍爲細纖維狀，微含細根，略雜礦質粉粒。

G （10090）： 170—180公分，綠灰色，細砂壤土半含黃棕色植物遺體，pH5.5。

A_0（10091）： 180—280公分，深棕色泥炭層，部分炭化爲黑色，鱗塊構造，微含根銹，並雜含礦質粉粒，pH5.6。

G 280—320公分，綠色礫質砂土，河床。

本剖面表示有三次相同之沼炭時代（註十，廿一，）。

3.黑棕沼炭土 以吾人所目覩者，此泥炭土僅爲埋瘞層，植物組織構造，全不可見，深度炭化，多呈黑棕色，取時帶油光，呈粉粒構造，含礦粒甚豐。

（五）森林土式

森林土式，按氣候帶可分三亞式：(一)寒帶森林土式，(二)溫帶森林土式，(三)副熱帶森林土式。

（1）寒帶森林土式 高度分佈由2800--3600公尺，上限繞草地四圍，與高山草原式，混合土區，以松潘民國二十九年與三十年中國氣象研究所統計材料（註廿二），年平均溫度爲6.3°c，並年中有六個月居6.0°c以下，最低溫度爲—17°c，換言之，松潘適爲寒帶(註廿一)之起點。本區寒帶森林以針葉林爲主，高度愈高，構造分子愈單純，初爲落葉松（Larix），冷杉（Abies），雲杉（Picea），繼則爲雲杉純林；緯度愈高，森林愈不成帶，而森林，排立方向與分佈，愈限於陰坡（北坡東北坡及西北坡），而陽坡則爲草地，此卽草地森林混合區之所由來，高度低降，或緯度南移，愈向西南森林愈見成帶，如馬塘一帶，森林之茂密，可爲例證。寒帶闊葉樹，旣未見成帶，亦未見成林樑之材。灌木小叢，僅見河谷兩岸，其中常見樹種爲樺、爲漆、爲柏香、爲柳、爲白楊、爲衞矛屬、及薔薇屬之多種花樹（Flowering trees），尙有一濕生樹種爲沙刺或醋柳（Hippophae Salicifolia--Sallow thorn），爲草地河谷之主要灌木林，分佈之廣，遠達青康，但其生態之變化，由高而矮，由無刺而有刺，由眉葉逐漸縮爲細狹小葉，其大小變化，頗可引爲高山土類，分佈之考證。

植物羣落，以針葉林爲主，闊葉林既無林帶，故土壤討論則以針葉林爲主，計分二類，概述如下：

a、灰棕壤　　濃密森林蔭蔽下，高濕低溫，但不若森林冰層土爲强，而氣溫則較森林冰層土爲高，土水含量低於森林冰層土，故難成含水冰層。有機質分解程度較爲深進，無顯著泥炭薄層存在於Ao層之下。礦質土層亦無銹化作用形態上之反應，或十分微弱。B層無顯著之機械與化學澱積。同一剖面之有機質層，與礦質土層之對比性，亦不十分銳變。

實例一則：

剖面四七（馬塘系）：地表植物爲雲杉與冷杉，拔海3300公尺。

A_1（10121）：　0—10公分，深棕粉質壤土，雜杉葉甚多，小核團粒構造，pH6.5。

A_2（10122）：　10—17公分，灰棕色粘壤土，中核團粒構造，pH6.5。

B_1（10123）：　17—31公分，淺灰棕色粘壤土，一體無構造，pH5.5。

B_2（10124）：　31—60公分，極淡灰黃粘壤土含大礫片，一體無構造，pH5.5。

b、灰壤　　以分佈言，本區灰壤占積之小，可徵而不計，僅見於黃龍寺u字谷底，長不過五千米達，寬不及五百公尺，但以土壤價值言，又不容輕視，因其形態、物理性狀與環境爲標準之灰壤剖面。

寒帶森林，爲灰壤標準環境，但吾人決不見成帶分佈，此山區與平原寒林之差異，故高山灰壤之存在，乃局部事實，反之，若灰棕壤，乃屬常態，余故深疑川康一帶高山森林區，能有灰壤帶狀存在之現象。

茲將黃龍寺之灰壤剖面性態，述眞如下，而討論則從略。

剖面四五（黃龍寺系）：十月十三日採于松潘黃龍中寺u字谷中，以落葉松、杜鵑爲主，生態均欠佳良，次爲濕生灌木叢，地面凸凹，凹處多苔叢，凸處稀疏或無。u字谷成數疊階台狀：每一階台之前壁，常爲小型之流水瀑布，每一階台之平面，則爲五色水池，此水池卽爲排水之流道，由於石灰岩水之澱積，河床年年增高，而流道亦時時改變，地面間現亂流狀態而成線狀裂隙下刻之小溝，此小溝不見常流，此剖面採於凸處溝隙之側，上爲落葉松與杜鵑，不受潛水影響。

A_0（10109）：　0—8公分松葉，枯枝，殘根，朽莖，杜鵑花被，深棕粗腐植層，略有苔蘚幾不含礦質土粒，疏鬆空漏，有機質帶炭化現象，如黑枝，黑根，黑葉等，pH7—6.5。

A_1（10110）：　8—21公分，暗棕細腐植質壤土，含腐根，腐枝及微量松葉，團粒構造，揉碎若灰粉，均一而細緻，pH7—5.5。

A_2（10111）： 21—26公分白灰色灰砂壤土，含細根及白黴，粗砂粒狀大團粒構造，碎之如粉，乾濕均極鬆散，於下部或根之左近，尤現空散狀態，似若不接然，上下層限略成波曲狀，决不顯著，層狀構造亦不明顯， pH 6.5－5.5。

B_1（10112）： 26--35公分，暗咖啡棕色，俱極微細根，含各級鐵粒、鐵砂、鐵子，與膠體腐植質成不同含量之結合，故色澤强度，深淺不一，上中部最爲深濃，似爲二者積聚之中心，而漸遞下淡，以入B2層，本層不顯柱狀構造，但其脆散，似若焦枯，pH7—7.5漸變至

B_2（10113）： 35—41公分，淺棕咖啡色，半硬結，多微孔石灰盤，含極少極微之細根，鐵與腐植質爲部分之滲暈狀態（Peptized aspect），濃淡不勻，但愈下而愈淡，下限現不平衡之波曲，相當顯著，本層物理性狀，雖堅硬而脆散，pH7.5漸變至

C （10114）： 41—51公分，白黃色石灰質，極堅脆硬盤，予以强力仍極脆散。

以下爲埋瘞土（Buried Soil），爲發育未全之灰壤。

A （10115）： 51—55公分，埋瘞土層，深棕色壤土，含杜鵑小枝，性質與A層相似，上下層限均爲平滑狀態，本層於該區常見有四五層，相間近水平排列者，初視之，以爲潛水形式之鐵盤，但仔細分析，則爲埋瘞A層而無疑。

C （10116）： 55公分以下乳白色鐘乳石層。

（2）溫帶森林土式　溫帶森林成帶現象，頗不顯著，闊葉樹如楓、樺、白楊、核桃，針葉樹如松、杉科植物，多爲散生狀態，而水竹由娘子嶺至茂縣老人山竟成南北嶺向之帶狀分佈，高度由1500 ~2800公尺。本式土類計分兩項：

A 灰棕壤　與峨嵋山系類相當，剖面舉例如下：

剖面五〇（娘子嶺系）：娘子嶺銀台觀，水竹叢篁，下敷苔蘚，上則闊葉樹與針葉樹散生。

A_0（10135）： 0—7公分深灰壤土，苔蘚粗根腐植層，pH5.5.

A_1（10136）： 7 --16公分灰色礫壤土，pH5.5.

B_1（10137）： 16--37公分淡灰黃礫質粘壤土，微粘而韌，pH5.5.

B_2（10138）： 37—65公分，淡黃礫質粘壤土，粘而韌，pH5.5.

B 棕壤　指由石灰岩風化而來，與大巴山、下川東及大渡河兩岸所見者相似。

（3）副熱帶森林土式　紅壤與樂山系相當，黃壤與縉雲寺系相當。

（六）旱草原土式

環境　高山旱草原土，分佈中心有三，（1）松潘，（2）包座，（3）納摩寺，側居草地東陲，狹帶狀，鑲嵌岷谷上游；谷愈深，山愈高，則土壤高限愈大，緯度愈高，分佈亦愈顯著。由松潘至納摩寺一帶，高山旱草原土，原可一綫相連，但中途爲局部高山嶺巒所隔，乃成斷續之分佈。由松潘向東，旱草原土止於風洞關(3650公尺)，向南止於雲登堡(2700公尺)，向北出黃勝關，止於龍昇淸(3310公尺)，中爲浪架嶺(4000公尺)冰層土區所隔。包座與納摩寺間，初爲卓倉寺嶺所隔，繼爲阿西草地所隔，本土式包括黑鈣土與栗鈣土二類，二者接觸關係，黑鈣土居位恆較栗鈣土爲高，若以包座爲中心，愈南愈以栗鈣土爲主，愈北愈以黑鈣土爲主。其高度分佈範圍可由2600－3650公尺。

本區氣候受地形限制，深於受緯度限制，兩側高峯排嶺，屏障東西，縱雖隔絕水氣，但足以強度降低大氣中之水氣，使成半旱境，關於嶺谷氣候變化之理論，討論從略，現以松潘氣候記錄爲實例，說明如下：

松潘縣城高度爲2800公尺，年平均溫度6.3°c(民國卅年1－3月份，民國二九年4－12月份，中國氣象研究所材料)，最高平均16.3°c，最低平均負0.9°c，年中有六個月平均溫度居6.0°c以下，一月中最低溫爲—17.6°c.此種情形，實爲寒帶之開始，約北上至納摩寺(3400公尺)，則寒冷情形尤甚。降水量(雨雪合計)爲681.6公厘。藉助 Meyer 氏雨量飽差率(註四)法，求出逐月數値(註廿一)以供氣候土類決定之關係：

月份	雨量飽差率	相當氣候式	相當土式
1	0.6	漠及旱漠草原	漠土
2	5.7	旱草原	栗鈣土
3	4.4	漠及旱漠草原	漠土及淡栗鈣土
4	16.5	旱草原	黑鈣土
5	29.3	微旱草原	變質黑鈣土
6	13.5	旱草原	黑鈣土及栗鈣土
7	29.4	微旱草原	變質黑鈣土
8	29.1	微旱草原	變質黑鈣土
9	76.3	——	——

10	6.0	旱草原	栗鈣土
11	4.1	漠及旱漠草原	漠土及淡栗鈣土
12	4.1	漠及旱漠草原	漠土及淡栗鈣土

仔細觀察上表（討論從略），可得結論數端：

1.本區屬寒帶半旱境（註廿一）。

2.栗鈣土及黑鈣土爲主要土類。

3.本區屬高山旱草原帶（註三，四，十八），（以禾本科爲主，次爲菊科，莎草科及小灌木）。

4.上舉之氣候，土壤植物，三者連鎖相關，知其一卽知其餘，故可互相反證。

5.上表數字與土壤、植物觀察之事實相符。

土壤　本區高山黑鈣土及栗鈣土之特徵性態分述於后：

（1）黑鈣土　禾本科（屬 Stipasp.）草類及一部分莎草科與大葉草類，一般高度較高山草原土區爲低，濕度亦較低，氣溫則較高。本土類之發育及性態主要受寒帶半旱氣候及草本植物（註五，十一，十三）之影響。

土壤主要性質，分述數端：

1.與高山草原土相較，Ao 層之下部，無泥炭質薄層，上部半風化態草根存量少；深度腐植質化作用；C層無銹紋銹斑。

2.色澤由深棕帶黑，漸淡而下含量亦漸少，於 Bc 層交界處則成舌狀斑染。

3.鈣積層不顯著，但B層有白色霜粉，貼附構造表面，試以鹽酸，並無反應，但 Bc 之間，有強度炭酸鹽反應。

4.構造愈下愈大且顯著。

5.A 層有兔穴(對徑約十公分)，B 層有管狀虫穴(對徑約 0.5公分)。

6.石礫有無，土層厚薄，視母質坡度位置等而決定，發育最佳者，厚度均在一百公分以上，地面平緩，不含石礫；不及一百公分者，坡度較大，含礫亦多，而後者形態，每與高山草原土相似。

實例一則

剖面一九(納摩寺系)：六月九日，採於納摩寺廟側，緩坡草地，拔海3400公尺。

A_1（9975）：　0—23公分，棕黑壤土，核粒構造，中度草根穿織，有兔穴及虫穴，pH7.0。

A_2（9976）：　23—46公分，棕黑壤土，核粒構造，有細裂隙及虫穴，並含少量草根

，pH7.0。

B$_1$（9977）： 46--77公分，棕灰壤土，密實稜柱構造，裂隙寬約3—5公厘，白色霜粒，貼附土塊側表，但無反應，長管虫穴(徑約五公厘)爲腐植質及泥土所塡實，pH7.0。

B$_2$（9978）： 77--104公分，淺棕灰壤土更密實，稜柱構造，與上層相連，其餘性狀同上層，pH7.0。

BC（9979）： 104—119公分，極淺棕灰色壤土，極密實而硬，裂隙大，構造亦大，腐植質成渾散狀，裂隙邊面，有霜粒貼附，但無反應，pH7.0。

D ca（9980）： 119公分以下，紅棕礫岩，細土爲黃棕色壤土，强石灰性，無結核，pH7.5—8.0。

由此剖面觀察，於黑鈣土亞類中，似屬變質黑鈣土（註十一，五）。

（2）栗鈣土　禾本科短草，不含莎草科植物，或微可不計，雜含刺叢及矮叢，植物之直接影響微弱，而氣候爲主要之因素，發育於各種母岩之上。

土壤一般特性爲：

1.全剖面均有炭酸鹽反應，但强度不同，石灰積聚，起自三五公分，愈下愈甚，至一百公分前後，則達極端，而後向下遞減(註九，三，四)。

2.遠在炭酸鈣層之下，六至七公尺處，有冰針狀石膏積聚（註三，四，）。

3.B層極密實，無縱橫裂隙，但蜂穴甚多。

4.B層厚度常達一公尺前後，本土類卽以前述之B層性質爲其主要特質。

5.A層性質殊不固定，間受風蝕風積之影響，腐植質含量極微。

實例一則

剖面六（松潘系）：五月一日採于松潘城隍廟北八十度西里許，據譚李地質圖中所示，屬黃土，實際與章臘一帶之雅安台地(註二十八，二十九)無異，冰成、風成、水成，尙無定說，疏落短草及半旱生植物，拔海3100公尺。

A$_1$（9914）： 0--12公分，淺灰棕色粉砂壤土，中濕柔軟，乾則核粒而鬆散，微度炭酸鹽反應，pH7.5。

A$_2$（9915）： 12—35公分，極淺灰棕色粉砂壤土，密實，微含根枝，間有蜂穴，中度炭酸鹽反應，pH7.5。

B$_1$（9916）： 35—98公分，淡栗棕色粉質粘壤土，極密實，含一二礫片，白色霜粒，着附土塊表面，其局部土塊，間有丸粒構造，並間含蜂穴，强度炭

酸鹽反應，pH7.5~8.0。

B 2（9917）： 98－160公分，栗棕色壤粘土核塊構造，表面爲白色粉粒衣着，構造雖密實而脆散，含蜂穴甚多，並有丸粒構造存在，本層上部呈極強炭酸鹽反應，pH7.5—8.0。

C （9918）： 160 -210公分，淺黃棕色粉質壤土，無構造，略含霜粒，中度炭酸鹽反應，pH7.5—8.0。

210公分以下，淺綠灰色堙壓地質岩層。

（七）半漠土式

環境　山愈高，谷愈低，愈趨低處，愈顯乾旱，終成漠谷，茂縣、威州、雜谷腦爲岷江漠谷之中心地帶，茂縣海拔 1592 公尺，威州爲 1331 公尺，雜谷腦爲1700公尺；沿岷谷北伸至雲登堡，與栗鈣土爲界，海拔爲 2600 公尺，沿雜谷腦河西上，要可高達 2600 公尺，以吾人足跡未至，尙待實證；沿岷谷南下至映秀灣北之沙堪與棕壤相接。旱漠現象最顯者，則爲石大關至沙坪關，雜谷腦至威州二線，漠谷範圍，西北界限，尙不清晰，即南部黑水羌民區，蓋此區吾人猶未探勘。

（1）地形　下部爲V字谷及峻壁，途中每一關名卽河流遇山嘴轉灣處，該處每有河風吹捲河沙而成風積砂丘，狀若砂龍，如沙窩子(註廿五，廿六)，成爲松遊奇觀之一。河岸台地，小而零碎，不成連續狀態，沿途岩錐極多，地面粗糙，凹凸不平，風吹土飛，植物之立足機會惡劣，而磽确荒漠之景象益顯。於雜谷腦、雅安台地之頂部，因屬細土沉積物，竟成風蝕之溝割地面，而向風之垂直面則成凵刻(Notching)景象，又鬼打石(註廿六)，乃一巨石塊，迎風面，有一羣半球陷窩，行人每檢石礫放入，次晨卽飛去，實卽爲風吹去，球窩初或爲人爲現象，繼則不啻一風力試驗碑也。V字谷上部主爲u字谷形，其上有大面積沉積物，斷續向北高延，其性質均與松潘章臘之雅安台地相似。

（2）氣候　據氣象研究所，張寶堃先生經一度衡量所贈之茂縣理番氣候材料(1938 -1939)，引爲漠谷成立之一證，分析如下：

	年平均溫度	年平均雨量
茂縣	11.7°c	423.0公厘(349.9—500.2)
理番	14.1°c	152.5公厘 (71.5—233.7)

觀表中數字，準 Koppen及De Martonne二氏(註廿一，十七，廿三)，旱漠氣候分類方式，及其附加改正數字，若理番之年雨量，不及十英寸，已成標準旱漠(註廿一)，若茂縣年雨量不及

十二英寸，則示半漠氣候性，由數字之決定與漠土性質之考證，完全符合。

雨少原因，由於岷江河谷爲高山夾峙，實雨影(Rain Shadow)之一面，東南季風上昇時，水氣即大部因降雨而消失，東北風上昇東北坡時，水氣亦大量消失，待越嶺後，則乾風下降，水氣所餘至少，所謂焚風(Foehn)(註廿一)現象是也。風大蒸發率高，於三月廿九日至四月二十日間，吾人測驗濕度之結果，常爲40%，間爲30%及89%，四月二十日於該區雲登堡，曾目擊一雲雨排列現象，初風雲雷動，繼雲漫山頭，俄而雲下見雪，繼而雪下見雨，愈下愈疏而散。因該地基綫較高，散雨下層無雨帶，尙未能顯著。

在生理上感覺，吾人初入此境，鼻血時流，蓋空氣乾燥，而血液增濃所致。漠谷區內，房屋概爲平頂，此意卽謂畏風不畏雨，亦卽風大雨稀少之意。土壤塵化，極易飛失，塵風吹揚，谷底尤甚。

(3)植物(註十六，廿)　植物之種屬構造及羣落，均屬漠境旱生植物，生理上顯著變態爲：葉變針刺，小枝變三角刺，富臘質與角質，色淺灰或枯灰，葉肉厚而汁濃，根粗疏淺短而橫曲。植物羣落可分三種景象：一爲灰色枯槁之蒿叢，稀疏散生，低矮俯伏狀；一爲斥鹵地，上生米葉鹽蒿，高可沒腹，屬瑞香科之一種；末爲刺叢，較叢密，高可沒頂，悉爲多刺小灌木所構合，分佈地位，高出蒿叢。

本區植物，可分三種：甲、蒿叢(Sagebrush)，以菊科中蔞蒿一屬(Artemisia)爲主，次爲石楠屬唇形科，馬鞭草科，捲柏(還魂草)薬科，凌霄花等。乙、刺叢(Thorn Shrufa)，主爲多刺野皂莢，野花椒及鼠李科等所組合。丙、鹽蒿，米葉鹽蒿，瑞香科純種屬之一種。

土壤　本區土壤，主受漠旱影響，次爲地形，植物乃居賓位，但可視爲土壤指示物，至其直接參加土壤性態關係，殊不重要。

本區主要土類有二：爲棕漠土及灰漠土。二者分佈關係，前者居高位，與刺叢相關，溫度較低，雨量稍高，後者居低位，與蒿叢相關，本區土壤，共同特性爲石膏與石灰之大量積聚；於岩隙中常爲絮狀，石膏之新生體；於岩錐之下部每膠結爲石膏石灰之礫片白色岩層，厚度由數十公分以達二公尺不等；其見於土體中者，或與石灰共積存在二〇公分處；或石膏單積見於C層底部，於排水不良處，或岩水緩滲之域，則見鹽土。

(1)棕漠土　該土一般特性舉例如下：

1.因植物疏散，與風蝕影響，至少有二種剖面，必需注意，一爲植物，覆蓋之土壤剖面，一爲裸露剖面。

2.腐植質含量微或無，其層淺薄，蝕露。

3.土層薄，含石礫極多，下層且多膠結。

4.土層無次生及原生孔隙。

5.全剖面均有石灰反應及石膏（註三，四，一，五）之存在。

6.無構造，粒易潰散，放之手中，遇風卽吹飛揚去（此吾採土時之經驗）。

7.細土部分之質地，多屬粉質，粘粒極少。

8. A層多棕灰或淺灰棕，厚度2—5公分，B層呈顯明麗棕色，假核塊構造，性易粉散，厚度30—50公分，再下至C層卽爲灰白色之石灰石膏層。

9.水分僅濕在表土下五公分處，上下均極乾燥。

實例二則

剖面五（石大關系）：四月十七日採于石大關草鏟填，刺叢山坡裸露地面。

A （9910）： 0—5公分，棕灰粉砂壤土，僞粒構造，細粒遇風卽吹揚，根稀而粗糲，分解程度甚淺，以手揉之卽脆碎，中度石灰反應，pH7.5—8.0。

B1 （9911）： 5—46公分，鮮棕色粉砂壤土，略雜礫片，易潰，塊狀構造，微密實無原生次生孔隙，亦無虫穴，强度炭酸鹽反應，pH8.0。

B2 （9912）： 46—59公分，麗棕色粉質壤土，雜礫片，較上層稍密實，仍易潰散爲粉，無原生次生孔穴，亦無虫穴，白色霜粉，着附土塊，强度炭酸鹽反應，pH8.0。

C （9913）： 59—70公分，灰色千枚岩礫片及極淺棕色粉砂壤土，强度石灰反應，pH8.0。

剖面三 四月十二日採于烟磊坡，刺叢覆被地面。

A （9900）： 0—5公分，棕灰粉砂壤土，藜科伏地植物，根細如絲而網織，淺薄而粗糲，亢燥，無構造，易遭風蝕，且無反應，pH7.5。

B1 （9901）： 5—35公分，鮮棕礫質粉壤土，無構造，土粒極易飛去，無原生次生孔隙，亦無虫穴，中度炭酸鹽反應，pH8.0。

B2 （9902）： 35—46公分，淺棕礫質壤土，其餘性狀同上，强炭酸鹽反應，pH8.0。

C （9903）： 46—60公分，乳白色灰礫石灰石膏層，强炭酸鹽反應，pH8.0。

（2）灰漠土 該土一般特性與棕漠土相似，其主要點爲：

1.全剖面均成灰色，層界不清晰。

2.全部均有石灰反應，無特別顯明鈣聚層。

3.下部有一顯明絮狀石膏聚積層。

4.粉礫砂石，全無構造。

5.植物之稀疏與風蝕之劇烈較棕漠土爲尤甚。

6.無原生次生孔隙及虫穴。

7.植物多未經分解，間爲鈣化根(Calcified roots)。

實例二則

剖面四八(雜谷腦系)：十月二八日採於雜谷腦雅安台地，風蝕地面裸露，散生蒿叢。

A_1(10125)： 0—5公分，上部爲藜科植物，匍匐之根莖，含螺殼，厚三公分，下部爲塵灰狀粉質壤土，pH7.5。

A_2(10126)： 5—21公分，灰色粉壤土，塵灰狀，含礫石甚多，pH7.5。

C_1(10127)： 21—36公分，淺白灰色礫質粉壤土，塵灰狀，微密實，極易粉化，遇風吹失，pH7.5。

C_2(10128)： 36—41公分，極淺棕灰粉壤土，大部空間爲巨塊卵石占據，四一公分以下，即爲絮狀石膏層，雜入鉅塊花崗岩，卵石中。

全剖面皆無原生及次生孔隙，亦無虫穴。

剖面一 文鎮蘇村刺叢山坡。

A (9888)： 0—9公分，灰色礫片壤土，根稀而粗糲，微含水分，中度炭酸鹽反應，pH7.5，銳變至

C_1 (9889)： 9—26公分，亢燥乳白色礫壤土，略含粗根，屬鈣積層，水分至此，立即低降若無，鈣積現象爲着附而非膠結，層性仍脆，强度炭酸鹽反應，pH7.5—8.0，漸變至

C_2 (9890)： 26—31公分，極淡黃灰色礫壤土，石灰含量較少，pH8.0。

C_3 (9891)： 31—35公分，乳白灰色礫片土，石灰大量積聚，微度膠結，但仍乾而易脆，强度石灰反應，pH7.5。

全剖面皆無原生次生孔隙及虫穴。

(八)雜類土式

雜類土式，視土壤發育，違域程度之深淺，分隱域土及泛域土兩亞式，本式所含土類，於該區分佈面積零星狹小，標本亦多未採集，對本區全部土壤言，殊不重要，茲將各土類名稱及分佈，列簡表如下：

- 隱域土
  - 鹼土　高山草原土區，墨曲河岸徽凹地。
  - 鹽土　漠谷區。
  - 紫色土　丘吉寺，旱草原土區。
  - 變質黑色石灰土　龍洞，棕壤區。
- 泛域土
  - 沖積土　黃河沿岸及峽谷區。
  - 風積砂丘　漠谷區。

（九）總　論

本文分析自然地理環境，爲研究土壤分類之基礎，並闡明環境與土壤發育之關係，以川西北地理區爲實例，提供高山土壤分類之方式；本文討論以土式爲主，土類爲副，土系從略，主要成土作用，因數字缺乏未予詳討；土壤以外科學問題均予割裁。

地形　松潘草地，要言之乃3300—4400公尺間之高原，顯丘陵、平壩及沼窪風光，雪峯冰谷，環繞四周，又狀若寒盆，綜合言之，可曰「寒盆高原」。

氣候　松潘草地，主分三帶；下部寒帶，差可與平原寒帶北部相當，中部高寒帶，與亞極帶相當，上部雪帶，與極帶相當，但本區爲高山氣候，深受高角强日之影響，平原極帶，則受弱日之影響，此點深需明辨者。

1.溫度　草地除阿垻（麥頹）小盆地，高度較低，溫度較高外，餘全年平均月溫，無出10°以上，夏季絕對高溫達28°c，同日夜溫可降0°c以下；全年四分之二至四分之三平均月溫居0°c以下，四分之一居0°—6°c間，餘居5°--10°c間。氣溫常低，土壤岩石及紅花綠葉之感覺溫度常高。

2.降水量　全年四分之三爲降雪期，雨量集中七至九月間，每日午後或中午，雷雨一次，雜以冰風一陣，屬對流雨，雨時短促，蓋寒空懷水甚低也，四周雪峯冰谷環繞，夏季地形雨亦頗發達於草地邊緣，其處有森林點綴陰坡。又草地中部，草地濕潤，高空低壓，蒸發甚强，使草地，空氣濕濕，於霧雲遮蓋，溫度緩慢下降之際，發生微弱低氣壓，緩吸東北寒氣，因而雨滴亦緩慢下降，雨時亦較能持久，（如六月十九日至同月二十日於嘆曲河濱，曾連雨兩日，而晝夜溫差甚微，如：六月二十日氣溫記錄；7°c 7AM；8°c 2PM；8°c 7PM）。

草地降水量，以植物與土類爲反證，由南向北緩慢低降，草地南背有森林，北首則無，草地北首有黑土及黑土式草原土，南背則無。

3.氣壓　夏季雖爲低氣壓，而內旋雨不顯著，但雷雨特別發達，冬季情形不明，蓋吾人未留草地越冬也。

4.節氣　夏即春，春即冬，節序轉變顯明，故草地僅具春冬兩季，而冬季特長。

據以上各節所述，草地差可歸入冬乾高寒氣候式，至西南季雨影響，至此已達强弩之末；而東南季雨影響則較顯著。

植物　松潘草地植物主分三區，下部森林草地混合區，中部草地區，上部苔叢區。森林主以雲杉，大葉杜鵑，爲構成分子；草地以莎草科爲主，次爲花草植物（Flowering herbs），次爲禾本科植物；苔叢（Mossbush）以苔與石楠（如小葉杜鵑）爲構成分子，次爲矮柳與極帶罌花植物（如冰島罌花——Island Poppies）。

土壤　土壤爲現前地理環境之產物，分佈受地形限制，發育受氣候限制，成分受植物限制，而分佈、發育、成分又受三者聯合之限制。

1.土壤分佈　本區分土式爲八，土類爲九，亞類三十，分類系統及地理分佈詳見表引（表1），其中與松潘草地最有關係者主爲高山草原土，次爲高山沼窪土，次爲高山冰層土，次爲高漠土，餘屬岷江河谷區之土式與土類。

2.土式與高度　相鄰土式之間，均顯緩衝地帶，或曰過渡式，或曰混合式，如森林草地混合式，欲求二者截然分野殊不可能，故劃分高山垂直土帶，緩衝區，深需考慮。

3.土壤與植物　影響土壤成分最深者，首爲濕生草種，次爲草地，次爲森林，次爲旱草原與若旱漠植物，乃受限於土壤，爲土壤之指示植物。草地無樹，受溫度之限制，土水含量雖高，因凍結而成不可給態；漠谷無樹，受雨量蒸發限制，而溫度無關。

4.土壤與氣候　松潘草地之氣候與草本植物聯合影響，超越任何母質成分影響之反力，此視盆地內部土壤如紫色土，受母質支配者，迴然不同，蓋高山草原土可發育於各種母岩之上。

5.埋瘞土與古氣候（註十）　草地南首下壤口山邊，森林土發育栗鈣土（屬松潘系）上，阿墳高山草原土，亦發育栗鈣土上，白衣寺有栗鈣土之踪跡；此外吾人於草地土壤中，從未發現大樹遺根，而現在草地邊區存在之散林，非森林之遺留，乃其北移之先鋒。栗鈣土需要較現在之草地氣候爲乾燥始能生成；森林北移乃氣候趨暖、雨量增高之證，故草地史前氣候，應較現在爲溫燥。

高山沼窪土剖面層次，主爲泥炭與細砂之互層，可由二重至三重，以上之垂直配列，泥炭層示冰沼泥炭期（Tundra—bog peat phase）（註廿一）死水作用；細砂層示河流洪溢期（Flood phase）流水作用。

6.土壤與時間　泥炭土，視泥炭層，厚薄與鬆密，生成年代久暫不同。草地泥炭層年代推算，尙未獲得歷史證據，而科學證據亦正待搜索；第據前人研究結果，每年增積厚度可由2—0.07公分（註四290—296頁）；吾人觀察最厚之泥炭層爲350公分，若此，則草地泥炭土生成之時間，介居175—5000年之間。

(辛)土壤與地理輪迴　土壤乃目前地理環境之產物，古土壤乃古地理環境之產物(註十)。設土壤環境更換，土壤性態亦必相因而變異，若適遇埋藏，則爲化石土壤，斧鑿土性遞變之跡，步循地理輪迴之軌，對土壤意識，括瞶一醒；或問「土壤何謂」？答曰「土壤者，地理輪迴圈上過客也」。

土壤與農業　松潘草地，高山草原土，土質優良，與黑土相埒，全年 6°c以下之期，不足三月，農業爲高寒所限，發展困難，若以阿壩可種青稞(Hordeum hexastichon var.大麥之一種)(註十九)爲例，則草地邊緣，凡3300公尺以下地帶，均可試種青稞及北歐耐寒種子作物（如黑麥，燕麥）。此項試驗，四川省農業改進所綿羊改良場孫祥復君於黃勝關外，曾舉行各項試驗，據云，結果尚佳，但未見正式數字報告。

岷谷旱漠土，富養分，頗肥沃。但雨稀風大，蒸發率強，以致土層缺水亢燥，作物多賴溉灌，以資栽種。有謂今寒大雪預兆翌歲豐登，否則荒歉，此外有「三種二不收」之農諺，蓋三次播種僅一次收穫，因此知該區氣候，爲不可信賴性(Unrellability)（註廿一），而肥壤亦難得充分之利用。

高山旱草原土區，土層厚，肥力高，物理性優良，高度亦較低，青稞栽種以此帶爲中心，如松潘、章臘、包座、卓倉寺均屬之。其中可墾荒地尙多，但必需注意3300公尺高度之限制，及舉行農場試驗之預測，否則易遭失敗。

其餘各土區，均不適農墾，茲不復贅。

松潘草地與開發　松潘草地，受高山氣候之賜，氣冷土暖，紫光充足，水草肥美，柔嫩多肉，空氣淨潔，少含病菌，乃標準夏牧之樂園，若捨牧求農，亦若緣木而求魚，吾不知其可也。

松潘草地總釋　松潘草地，以地形言，爲寒盆高原；以植物群落言，爲高山草原，或曰萬花草地。以氣候言，爲高山寒原帶，以土壤言，爲草原土，泥炭土及冰層土之高山土壤帶；若以社會言則爲西番夏牧區。

參攷文獻

（註一）　K. D. Glinka (Translated by C. F. Marbut) 1927: Great soil groups of the world and their development.

（註二）　E. Ramann 1928: The evolution and classification of Soils.

（註三）　Joffe: 1935 Pedology.

（註四）　G. B. Robinson: 1936 Soils.

（註五）　S. S. Neustruev 1927: Genesis of soils.

(註六) A. P. Dacknowski-Stokes 1935: Essentials of a general system of classifying organic soils (U. S. Bureau of chemistry and soils)

(註七) Waksman 1936: Humus

(註八) Waksman 1932: Principles of soil microbiology cha. XXVI

(註九) Kellogg, Ballwin and Thorp: 1940 A System of soil classification (Year book of U. S. D. A.)

(註十) B. B. Polynov: 1927: Contributions of Russian scientists to paleopedology (A. S. of U. S. S. R.)

(註十一) 朱蓮青，馬溶之，李慶逵編譯：中國之土壤概要(本刊紀念號)

(註十二) 陳恩鳳：中國土壤分類方法之商榷(地理二卷一期)

(註十三) 余 皓：蘇俄學派土壤分類之演進(土壤與肥料 浙土所出版)

(註十四) 余 皓：松潘草地土壤詳圖(草稿)

(註十五) E. H. Wilson 1913: A Naturalist in western China vol.I cha. IX-XI vol. II cha. I.

(註十六) Weaver and Clements 1938: Plant Ecology.

(註十七) De Martonne 1920: Trait'e De Geographic physique cha III

(註十八) B. A. Keller 1927: Russian Progress in geobotany as based upon The study of soils

(註十九) M.Hardy (胡先驌譯) 世界植物地理 (商務)

(註二十) 余 皓：松潘植物標本五百種(種屬學名由裴鑑先生等鑑定)

(註廿一) A.Austin Miller 1931: Climatology

(註廿二) 中國氣象研究所：灌縣，汶川，茂縣，理番，松潘氣象材料(張寶堃先生贈給)

(註廿三) 余 皓：松潘草地及灌松間日記式之氣象記載(草稿)

(註廿四) 余 皓：松潘草地特種氣象輯要(草稿)

(註廿五) 謝培筠：松潘草地日記

(註廿六) 余 皓：松潘草地探勘日記原草(草稿)

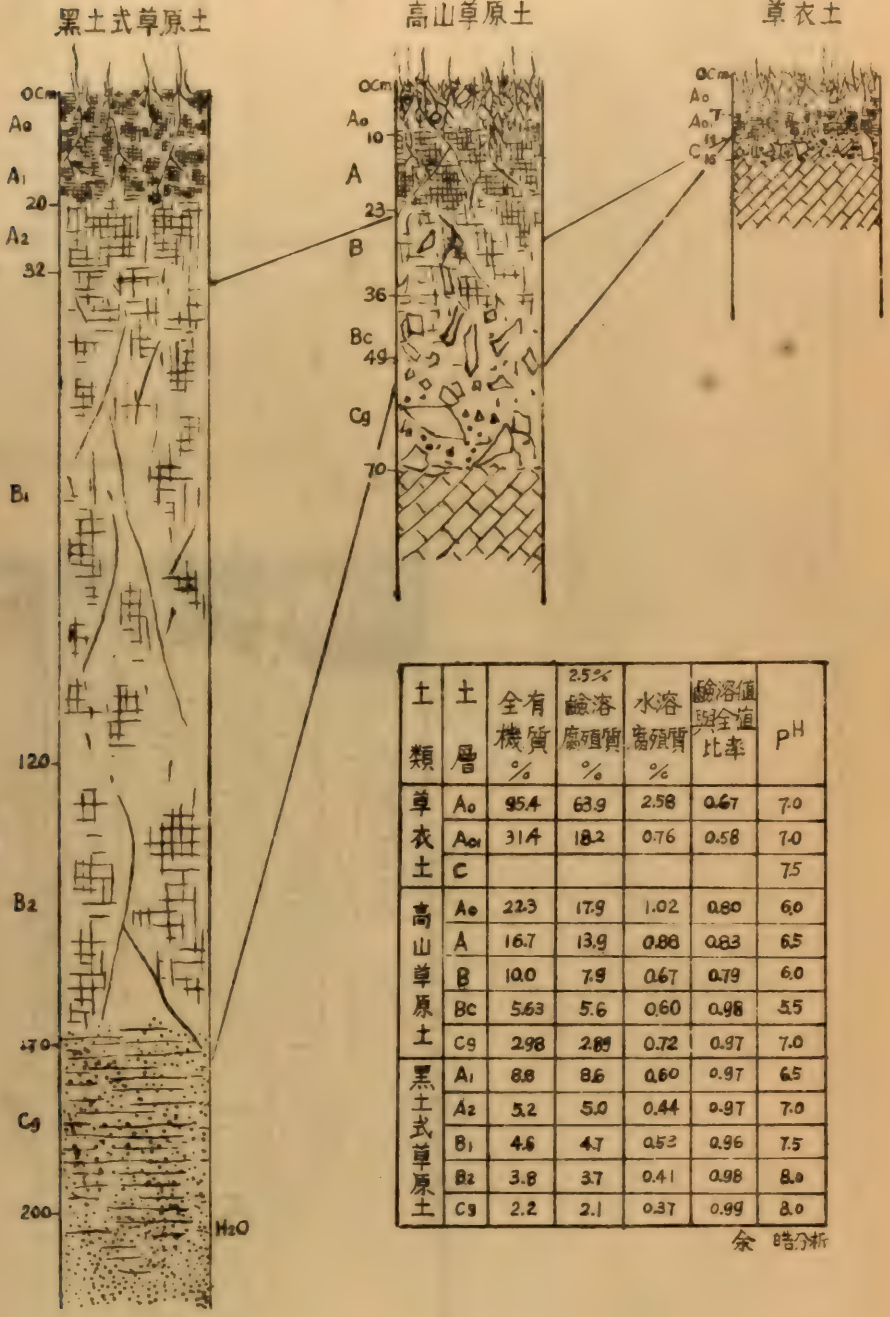
(註廿七) W.B.Wright 1937; The quaternary ice age ch. XI

(註廿八) 譚錫疇，李春昱：川康地質圖誌

(註廿九) 曾世英，熊永先，余皓，林振國：川康邊地探勘簡報(待刊稿)

圖版一

高山草原土式



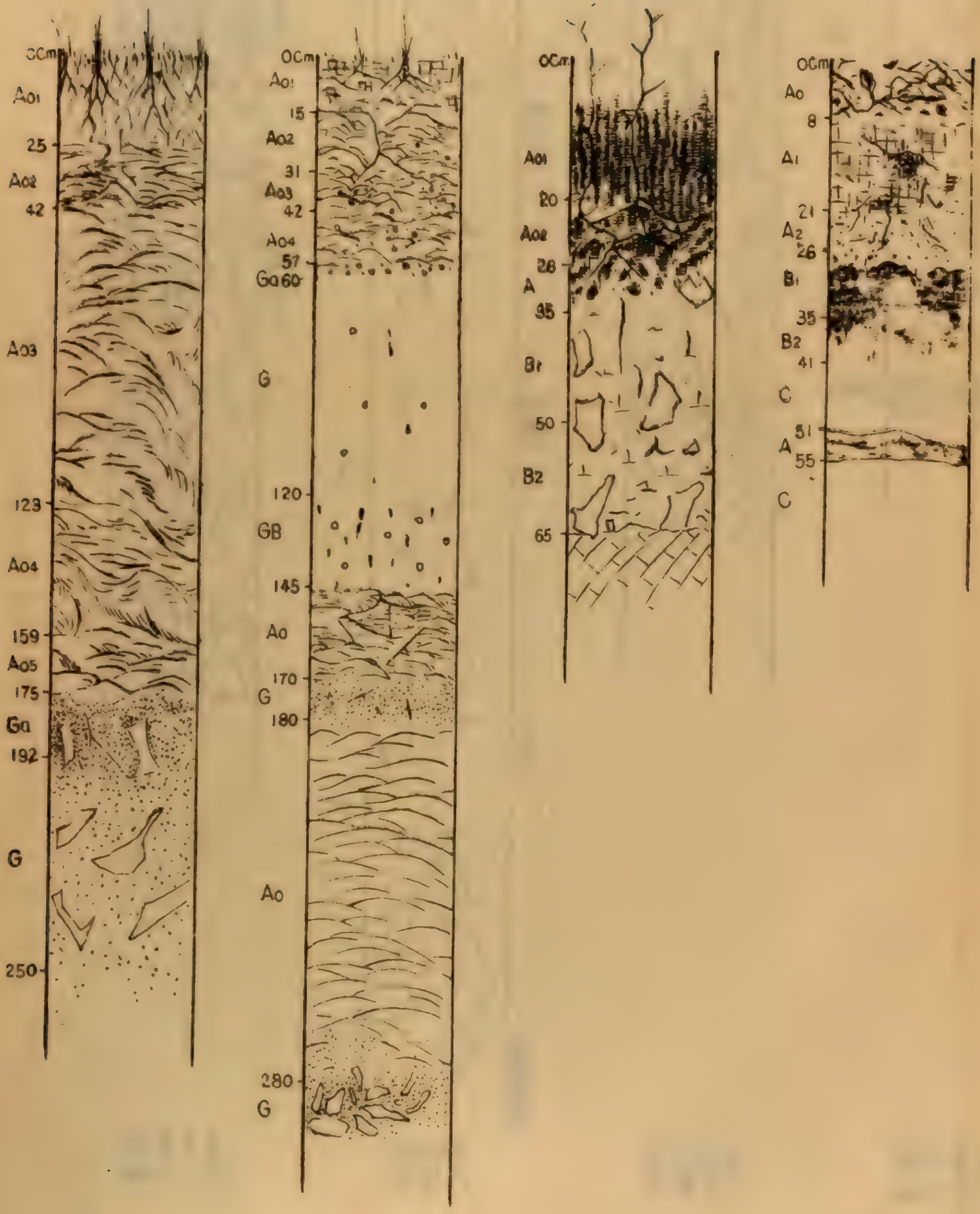
土類	土層	全有機質 %	2.5% 鹼溶腐殖質 %	水溶腐殖質 %	鹼溶值與全值比率	pH
草衣土	Ao	95.4	63.9	2.58	0.67	7.0
	Ao1	31.4	18.2	0.76	0.58	7.0
	C					7.5
高山草原土	Ao	22.3	17.9	1.02	0.80	6.0
	A	16.7	13.9	0.88	0.83	6.5
	B	10.0	7.9	0.67	0.79	6.0
	Bc	5.63	5.6	0.60	0.98	5.5
	Cg	2.98	2.89	0.72	0.97	7.0
黑土式草原土	A1	8.8	8.6	0.60	0.97	6.5
	A2	5.2	5.0	0.44	0.97	7.0
	B1	4.6	4.7	0.53	0.96	7.5
	B2	3.8	3.7	0.41	0.98	8.0
	Cg	2.2	2.1	0.37	0.99	8.0

余 晧分析

索藏寺系（剖面三二）　草地系（剖面二四）　阿西系（剖面三〇）

圖版三

高山沼窪土式		高山冰層土式	森林土式
冰層沼炭土		冰層土	灰壤
黃棕沼炭土	深棕沼炭土	苔叢冰層土	



俄洛系 (剖面二六)	濕地塘系 (剖面四〇)	雪山樑子系 (剖面四二)	普龍寺系 (剖面四五)

川黔境內酸性土及鈣性土之指示植物

侯學煜

（附版圖一）

多種天然植物，就其生長受土壤反應之影響而言，可分爲嫌鈣性及好鈣性二大類（註四）。前者習見於酸性土壤，而後者則常居於含鈣質之鹼性土壤。此項研究，不僅對於植物生態學方面，有所啓示；且從事土壤調査時，亦可視此等指示植物之生長，而判別土壤或岩石之酸鹼。更可藉作選擇土地利用方針之參考也。

此項工作，歐美各國之 Arrhenin, Olsen, Wherry（註十四），Troug（註十一），Kelley（註五）（註六），Geisler（註二），及Hope Simpson（註四）等多人均有報告。我國領域廣闊，土壤種類既屬複雜，植物屬種亦甚繁多，故是項材料，定更豐富。著者有鑑於此，乃於二十八年春，作四川涪江下游土壤調查時，即開始注意土壤反應與植物分佈之關係（註二十）。二十九年四月至十月，在貴州中北部所得材料，亦復不少（註二十一）。三十年三月調查四川華鎣山區之好鈣性及嫌鈣性植物數十種（註二十二）。同年五月至十月，作川東南及黔東北土壤調查之際，對於蕨類植物與土壤反應之關係，所獲材料尤多。以上四次，計在野外工作十五閱月。除作土壤本身性態研究及測繪土壤圖外，幾無時不探求此等指示植物之地理分佈。本文即係此四次野外觀察結果之總報告也。

本項工作之進行，蒙中國科學社生物研究所植物部諸先生與以指導及鼓勵；又蒙錢崇澍所長與以研究上之種種便利；該所裴鑑及楊衡晉兩先生，更代鑑定標本，並校閱本文，尤爲著者所銘感。

（一） 地位地形及氣候

地位及地形： 調查區域，包括四川中部、東南部，貴州中部、北部及東北部。位於北緯26度35分（貴陽）至31度6分（三台），東經105度3分（三台）至108度58分（秀山）。佔四川盆地及貴州切割高原兩大地形區域。

四川盆地內，雖有拔海1600公尺之高山，亦有外剝層所成拔海700—800公尺之山嶺，但以拔

海300--500公尺之邱陵性低山爲主。貴州切割高原內，有拔海2500公尺之梵淨山殘留高原，亦有300--400公尺之烏江深谷，更有各種不同拔海高度之邱陵性低山及山中盆地；但以1000公尺左右者爲主。

總之全區地形起伏不平，其詳情可參閱貴州中北部之土壤（註二十三），及川黔邊境經濟樹木之分佈與地理環境（註二十四）兩文。

氣候： 調查區內各地氣候所受緯度之影響，不如局部地形及拔海高度之顯著。據朱炳海（註十八）及張寶堃（註十六）論重慶（拔海230公尺，北緯29度33分。）及貴陽（拔海1075公尺，北緯26度35分。）之氣候，其概況如下：

1.氣溫： 重慶全年氣溫平均爲18.9°c，絕對最低—1.7°c。貴陽雖在其南，緯度約小3度；但因拔海較高860公尺，其年平均氣溫反僅15.4°c，絕對最低曾達—9.2°c。根據五日溫度之平均，兩地差異亦甚大，全年在10°c以下之日數，重慶有60日，貴陽佔115日；22°c以上之日數，重慶有139日；貴陽僅95日。至於10°--22°c之間的日數，兩地則相似。

2.霜雪： 重慶每年霜期不過四五十日，雪期亦不過20日；而貴陽之霜期，則有105日之多，雪日亦有53日。

3.雨量雨日及相對濕度： 根據最近10年之紀錄，全年降水量，重慶爲1028.8公厘，貴陽爲1217.2公厘；全年平均雨日，重慶113.6日，貴陽190.6日；降雨强度，貴陽則較小。兩地之全年平均相對濕度，均約在78--79%。

4.風力 根據蒲氏風力等級，重慶年平均爲1.5，而貴陽則爲2.5。

前述兩地不過爲區內拔海300公尺及1100公尺之氣候的比較。拔海較高地帶，雖無紀錄可舉，但由植物之分佈種類及其生長狀況，亦可指示各種高度之氣候特徵。

拔海500公尺以下地帶，長有茂密之棕櫚、黃桷、紅橘、慈竹等。農作一年有三季收穫，水稻發秧僅30日，移植後80－90日，卽可成熟。拔海1000公尺左右地帶，不見前述副熱帶之指示植物。而馬尾松、柏木、及油桐亦以此種高度爲其分佈界限。農作物一年不過兩季收穫，水稻發秧約需40－50日，移植後至成熟約需100－120日。拔海1500－1600公尺之殘留高原地帶，如岳池華鎣山，南川金佛山，黔江八面山，涪陵分水嶺，遵義金頂山，息烽南山，酉陽桐麻嶺，湄潭寺頂山等處，均常年被雲霧所籠罩，濕度雨量較高，氣溫較低，風力尤大。夏季陰雨時，更需着火取暖，冬季害雪，約經一二月時間，始得融完。前述各種樹木在此帶均不見分佈，常有白花杜鵑（Rhododendron aff. discolor），繡珠花數種（Hydrangea spp.），十大功勞數種（Mahonia spp.），及他種耐寒植物。而蕨（Pteridium aquilinum）以此帶最爲茂盛。在此種高度之農作物，僅見於局部避風之處，以耐寒之番薯及玉米爲主。因氣溫不够，不見水稻栽培，有者亦難超過拔海

1300公尺地帶。其發秧約需50－60日，移植後則需140日，始得成熟。貴州東北部之梵淨山，其最高峯拔海2500餘公尺，常年風力極大，七月間在晴時亦必着毛衣，始能禦寒，每年九十月間落雪，次年四月始得融完。山頂不見樹木，不栽農作，拔海2000－2100公尺地帶，長有密茂之冷杉及雲杉，此種現象均顯示其具有寒濕氣候之特徵也。

（二）土　壤

調查區域之土壤，根據碳酸鈣含量及pH大小，可分為酸性土(acid soil)或氫質土(hydrogen soil)，及鈣質土(calcium soil)兩類：

1.酸性土　本類土壤之特徵，卽土壤缺乏鈣質，土壤溶液呈酸性反應，剖面 pH 在6.0以下，以4.0－5.0為主。貴州境內之本類土壤，以灰棕壤及灰化黃壤分佈最廣，其次為酸性岩質土及灰化紅壤，至準灰壤、紫棕壤、高山草原土、及泥炭土，則僅有零星之分佈。四川境內，以灰化黃壤及紅壤為主，餘則極少分佈，茲將全區主要土系之pH，列表如下（參閱第一表）：

再就一酸性土之全量化學分析結果觀之（參閱第二表），可知調查區內酸性土之特徵，不但pH小於6.0，且其氧化鈣，氧化鎂及五氧化二磷之含量，亦均甚低。

第一表：　川黔境內酸性土之 pH（根據 soiltex 試驗結果）

土　壤	層次(公分)	pH	土　壤	層次(公分)	pH
1.高山草原土			6.黃壤及紅壤		
梵淨山粉砂壤土			栗木坪細砂壤土		
	0－9	4.5		0—13	4.5
	9－26	5.5		13—25	4.0
	26－岩石	7.0		25－60	4.0
1.高山泥炭土				60—岩石	5.0
棉絮嶺泥炭土			縉雲寺細砂壤土		
	0－40	4.0		0—9	4.0
3.準灰壤				9－19	4.7
鋸子山粉砂壤土				19—71	4.0
	0—15	4.0		71-104	4.5
	15—30	4.0	金斗坡粉砂粘壤土		
	30—40	4.3		0—18	4.5
	40—岩石	6.0		18-100	4.0
蓮花坡礫質細砂壤土			清鎮粘壤土		
	0—7	4.5		0—2	4.0
	7—14	4.0		2—10	4.0

	14—48	4.0
	48—岩石	4.0
4.灰棕壤		
雲歸山粘壤土		
	0—15	4.5
	15—25	4.0
	25—37	4.0
	37—80	4.0
婁山關粉砂壤土		
	0—3	6.5
	3—24	4.2
	24—45	4.5
	45—100	4.5
5.酸性岩質壤		
老陽關礫質粉砂壤土		
	0—5	5.0
	5—18	4.5
	18—岩石	4.0
	10—22	4.0
	22—岩石	4.0
貴陽粘土		
	0—4	4.5
	4—18	4.0
	18—100	4.0
7.紫棕壤		
高橋細砂壤土		
	0—28	4.0
	28—62	4.0
	62—岩石	4.0
小關粉砂壤土		
	0—8	4.5
	8—31	4.0
	31—岩石	4.5
磨刀車粘壤土岩石		
	0—4	4.5
	4—31	4.0
	31—岩石	4.5

第二表： 灰化黃壤縉雲寺細砂壤土全量分析結果（註十七）

層次（公分）	A_1 0—9	A_2 9—19	B_1 19—71	B_2 71—104
二氧化矽	81.94	82.88	77.98	75.42
二氧化鈦	1.18	0.24	0.25	0.52
三氧化二鋁	5.31	5.83	7.75	8.71
三氧化二鐵	4.92	6.32	8.37	10.32
氧化鈣	0.34	0.43	0.24	0.48
氧化鎂	0.29	0.35	0.12	0.23
氧化二鉀	1.48	1.61	1.08	1.40
氧化二鈉	1.18	0.57	1.49	1.28
五氧化二磷	0.03	0.01	0.02	0.01
有機質	1.30	0.51	0.46	0.39
pH	4.0	4.7	4.0	4.5

2.鈣質土：　本類土壤之特徵，即土壤剖面內含有相當量之鈣質，土壤溶液中呈強鹼性反應，其剖面各層 pH 大於7.0，而以7.0—8.0爲主。貴州境內之本類土壤，以黑色石灰土爲主，其次爲棕色土。四川境內則以紫色土爲主。玆將全區各種鈣質土之主要土系的 pH 列於表三：

再就數種鈣質土之全量化學分析結果觀之（參閱第四表），可知區內鈣質土之特徵，除 pH 大於7.0以外，且含有1%以上之氧化鎂及氧化鈣，更含有相當量之五氧化二磷。

第三表：　川黔境內鈣質土之 pH（根據Soiltex試驗結果）

土壤	層次（公分）	pH
1.黑色石灰土		
東山粉砂粘壤土		
	0—14	7.0
	14—38	7.5
	38—61	8.0
	61—90	8.5
紗帽山粉砂粘壤土		
	0—15	7.0
	15—40	7.0
湄潭細砂壤土		
	0—3	7.5
	3—15	8.0
	15—20	8.0
孫家坳細砂壤土		
	0—11	7.5
	11—29	7.8
	29—岩石	8.0
棱草坡粉砂粘壤土		
	0—13	8.0
	13—28	8.0
	28—50	8.0
2.紫色土		
遂義礫質粉砂壤土		
	0—22	7.0
	22—岩石	7.0
羅江粉砂壤土		
	0—18	8.0
	18—岩石	8.0
合川粉砂壤土		
	0—12	7.0
	12—35	7.5
	35—岩石	8.0
三台細砂壤土		
	0—30	8.0
	30—岩石	8.0
潼南壤粘土		
	0—12	8.0
	12—35	8.5
	35—岩石	9.0
重慶壤粘土		
	0—10	7.0
	10—岩石	7.0
蒙渡粉砂壤土		
	0—28	8.0
	28—岩石	8.0
聖燈山壤土		
	0—3	7.0
	3—15	8.0
3.棕色土		
暗流河粉砂粘壤土		
	0—80	7.5
4.冲積土		
涪江細砂壤土		
	0—21	8.0
	21—56	8.0
	56—97	7.5

第四表： 數種鈣質土之全量分析結果

土壤	紫色土 重慶粘壤土		紫色土 內江粉砂粘壤土		黑色石灰土 東山粉砂粘壤土			黑色石灰土 棱草坡粉砂粘壤土		
層次(公分)	0—30	30—母岩	0—30	30—母岩	0—14	14—38	38—61	0—13	13—28	28—50
二氧化矽	65.15	68.28	52.44	46.19	40.00	44.83	46.61	42.63	48.31	17.43
二氧化鈦	0.68	0.68	0.65	0.75	0.43	0.56	0.34	0.10	0.09	0.06
三氧化二鋁	13.63	13.14	14.21	14.36	17.01	19.95	19.82	17.94	16.72	7.19
三氧化二鐵	6.41	6.78	6.00	7.62	8.64	8.76	9.91	5.03	5.53	1.95
氧化鈣	0.78	1.07	11.16	14.17	3.06	3.51	1.28	3.23	3.97	34.45
氧化鎂	2.55	2.79	2.91	3.15	1.10	2.27	1.12	5.97	—	1.25
二氧化錳	—	—	—	—	0.16	0.09	0.07	0.05	0.05	0.03
氧化二鉀	1.89	—	1.29	—	1.63	2.05	2.60	2.15	1.95	0.58
氧化二鈉	2.24	1.48	2.24	0.29	2.57	1.92	2.07	4.92	3.79	2.46
五氧化二磷	0.24	—	0.39	—	0.77	0.81	0.75	0.70	0.82	0.79
灼燒失量	6.38	6.49	9.85	12.48	24.83	16.80	15.23	22.16	19.12	33.99
pH	7.0	7.0	8.0	8.0	7.0	7.5	8.0	8.0	8.0	8.0

——根據朱克貴史瑞和兩君分析結果

（三）酸性土之指示植物

僅見於酸性土區之植物（嫌鈣性植物）：

1.芒萁骨（Gleichenia linearis）爲酸性土上最常見之指示植物，全區拔海1000公尺以下，無論砂質或粘質之强酸性土壤，均有密茂之分佈。拔海1100－1200公尺地帶，分佈極稀，更高則不見其蹤跡。在暴露日光下排水良好之酸性土上生長茂盛，葉甚細短；但在北向稍陰濕之環境或森林下，生長較疏，葉較寬大；至水分過高之溝邊，則不見之。

2.裏白（Gleichenia glauca）亦爲拔海1000公尺以下酸性土上常見之指示植物，但在暴露日光下排水良好之處，幾未之見。全區侏羅紀砂岩所成之黃壤，其陰濕之處，如北向山坡，深溝兩旁，或森林下，均有分佈。

3.尖葉裏白（Gleichenia laevissima）亦僅見於拔海1000公尺以下陰濕環境之酸性土上，四川酉陽秀山及貴州梵淨山北麓等處，寒旦紀石英岩所成之黃壤區內，分佈甚廣。

4.華裏白（Gleichenia chinensis）四川華鎣山南麓侏羅紀砂岩山上，分佈甚茂，該處拔海約

爲900公尺左右。

5.石松(Lycopodium clavatum 在全區拔海2200公尺以下，各種强酸性土壤或酸性岩石上，均有分佈，如貴州梵淨山自拔海700公尺之山麓至拔海2200公尺之山頂，各種酸性土上均分佈甚廣。

6.地刷子(Lycopodium complanatum) 主見於拔海1200－1800公尺地帶之灰棕壤及灰化黃壤土；拔海較低之處，未見分佈。如拔海1200公尺左右之遵義老華山，息烽唐望山，修文扎佐等處，灰化黃壤土，及拔海1200－1800公尺之梵淨山北坡唐家堰至棉絮嶺護國寺至金刀峽一帶灰棕壤及準灰壤上，均分佈甚廣。

7.筆燈草 (Lycopodium casurinoides) 貴州梵淨山西北麓之芙蓉壩、平鎮、舒家坡、爛泥坳、亞盤嶺一帶紅壤及黃壤區內，分佈甚廣，其海拔約爲1000公尺以下，高處未曾見之。

8.杉蔓(Lycopodium annotinum) 僅見於梵淨山北坡唐家堰至棉絮嶺途中之灰棕壤土，其海拔約爲1400－1800公尺。

9.臘石松 (Lycopodium cerum) 在四川境內侏羅紀砂岩山上分佈甚廣，尤以陰濕之溝旁或北向山坡分佈較多，乾燥之處極少見之，其海拔在800公尺以下。

10。扇狀鐵線草(Adiantum flabellulatum)四川境內侏羅紀砂岩山排水良好之酸性土或砂岩上，分佈甚廣，如北碚縉雲山及鷄公山麓，均曾見之，其海拔在600公尺以下。

11。狗脊(Woodwardia japonica) 全區拔海1000公尺以下，陰濕環境或森林下各種酸性土區內，分佈甚廣，拔海愈低，分佈愈爲密茂。1000公尺以上，雖陰濕之酸性土上，亦不見之。

12。鷹掌水龍骨(Phymatodes hastata) 全區拔海1000公尺以下，各種排水良好之酸性土或酸性岩石上，常有分佈。1000公尺以上，極少見之。在酸性土區內，拔海愈低，其分佈愈爲密茂。

13。鈍齒羽狀水龍骨(Phymatodes crenatopinnatum) 貴州修文之扎佐一帶灰化黃壤區內，常見分佈，其海拔約爲1200公尺。

14。甘草蕨(Pteris semipinata 常見於拔海700公尺以下排水良好之黃壤或酸性岩質土壤內，有時亦見其直接長於砂岩之上，以向陽之南坡爲主。

15。東方烏毛蕨(Blechnum orientale)區內分佈不廣，曾見涪陵文塘溝附近排水良好之酸性砂質土上，該處海拔約爲300－400公尺。

16。小粘鐵草 Diplazium lanceum 曾見於酉陽銅鼓潭附近紫棕壤及秀山嶺龍北碚縉雲山等處黃壤或砂岩之上，其環境以陰濕者爲主，拔海約爲500－900公尺。

17，映山紅(Rhododendron Simsii) 全區拔海2200公尺以下，各種强酸性土上，均有分佈。在四川境內侏羅紀砂岩所成之黃壤區內，生長最爲密茂。貴州梵淨山拔海2200公尺之處，亦曾見之。此種植物據方文培(註十九)之記載，在華北各省不見分佈，想係受鈣質土之限制也。

18. 馬銀花（紫杜鵑）（Rhododendron ovatum）分佈地常與映山紅相同，在四川境內之侏羅紀砂岩山上，最爲常見。

19. 白杜鵑（岩刷子）（Rhododendron aff. discolor）區內分佈不廣，僅見於拔海稍高之灰棕壤區內，如涪陵分水嶺，黔江八面山等處，其海拔約爲1500－1600公尺，均是分佈，但低處未曾見之。

20. 油茶（Camellia oleosa）主見於境內拔海1000公尺以下之各種强酸性土壤區內，拔海400公尺之秀山盆地內紅壤上，栽培最爲密茂。拔海1300－1400公尺之處，雖間或見有一二株，但不結實，卽使結實，其含油量亦極低。

21. 茶（Camellia sinensis）之分佈地環境與油茶相似，亦限於1000公尺以下之强酸性土上，貴州湄潭境內之酸性岩質土老陽關礫質粉砂壤土，及梵淨山麓之黃壤縉雲寺細砂壤土區內，分佈甚廣。

22. 葛氏茶（Camellia aff. Grijsii）曾見於四川華鎣山灰棕壤上，低處未曾見之。

23. 作孚茶（Camellia Tsufui）四川北碚縉雲山及鷄公山等處酸性黃壤上，常有分佈。

24. 華柃木（Eurya chinensis） 25. 光葉柃木（Eurya nitida） 26. 尖葉柃木（Eurya acuminata） 境內凡拔海1000公尺以下之强酸性土上，常有分佈。

27. 朝天罐金錦香（Osbeckia crinita）常見於貴州境內，在拔海1500公尺以下酸性土區內，如遵義董公寺，湄潭永興場，印江梵淨山坡等處，均曾採得標本。

28. 野牡丹（Melastoma normale）四川境內凡拔海1000公尺以下侏羅紀砂岩所發育之縉雲寺細砂壤土區內，如北碚縉雲山、鷄公山，江北三匯場，巴縣老鷹岩等處，均曾見分佈。

29. 藍色玉簪花（Hosta ventricosa）涪陵分水嶺，黔江八面山，酉陽天堂薑，及貴州梵淨山坡等處之灰棕壤上，均分佈甚多，其海拔約爲1500－1600公尺，低處或更高處未曾見之。

30. 美麗豨衣豆（Desmodium elegans） 31. 胡枝子（Lespedeza viatorum）貴陽龍里一帶拔海1100公尺左右之黃壤清鎮粘壤土上，常有分佈。

32. 米飯樹（Vaccinium laetum）四川侏羅紀砂岩山之强酸性黃壤及貴州北部志留紀頁岩所成之酸性岩質土上，分佈甚廣。尤以拔海900公尺以下排水良好之處爲主。

33. 光葉山礬（Symplocus lancifolia） 34. 白檀（Symplocus aff. paniculata）此等植物在川黔境內，凡拔海1000公尺以下，排水良好之强酸性黃壤或酸性岩質土區內，常有分佈。

喜長於酸性土上，極少見於鈣質土區內之植物：

（亞嫌鈣性植物）

1. 薇（Osmunda regalis）境內拔海2200公尺以下之强酸性土區內，常有分佈。但極少見於鈣

質土區內。四川涪陵分水嶺，黔江八面山，酉陽天堂蓋，南川金佛山，貴州梵淨山，遵義金頂山及桐梓婁山關等處灰棕壤上，均生長密茂。其拔海約爲1600公尺左右。拔海1000公尺以下之紅壤及黃壤區內，則常限於北向山坡，溝內，森林下或其他陰濕環境之處。故此種植物分佈於灰棕壤上者，恆較拔海低處之紅壤及黃壤土爲顯著。

2.日本瘤足蕨（連環草）(Plagioyria japonioa)　3.合生瘤足蕨（冷草元）(Plagioyria adnata) 四川秀山岑龍至貴州松桃石梁途中，及貴州梵淨山北坡，分佈甚廣。又北碚縉雲山，亦曾採得標本。以上拔海約爲 800－2000 公尺。土壤以黃壤縉雲寺細砂壤土爲主。

4.牛奶子(Matteuria orientalis)涪陵牛皮埧，黔江八面山，酉陽天堂蓋，南川金佛山，貴州梵淨山等處灰棕壤土，均曾見分佈。其拔海約爲1500－1600公尺。海拔較低之酸性土上，主限於北向陰濕之環境且較高處爲稀疏。

5.馬氏小鱗蕨 (Microlepia marginata)　6.裸小鱗蕨 (Rumhra amabilis) 主分佈於拔海1000公尺以下排水良好之强酸性土區內，如黃壤縉雲寺細砂壤土，及酸性岩質土老陽埧礫質粉砂壤土上，均常有生長。

7.柔囊龍欄草 (Rumhra amabilis)　8.單龍欄草 (Rumhra simplicior)　9.華龍欄草 (Rumhra chinensis) 主見於拔海1000公尺以下排水良好之酸性土上。

10.鳳尾草(Athyrium multicum)　11.蹄蓋蕨 (Athyrium iseanula)　12.羊月苞草 (Athyrium sinense) 主見於拔海較高之灰棕壤上，低處較陰濕之酸性土區內，亦有分佈。

13.向氏金星草 Drypoteris Champion)　14.鐮製金星草(Drypoteris falciloba)境內凡拔海1800公尺以下各種酸性土上，均見有分佈，以拔海1000公尺較爲密茂。

15.烏韮 Stenolona chusana)全區分佈極廣，凡拔海1200公尺以下，雖在酸性土及鈣質土上，均曾見之。但以陰濕之酸性土區內，較爲密茂。

16.粗且絲蕨 Dennstaedtia scabra)貴州松桃大四至石梁途中及梵淨山麓，在排水良好之强酸性土上，分佈甚廣。其海拔約在1100公尺以下。

17.圓羊齒 Nephrolepis cordifolia)四川境內常見於數處中酸性 (pH5.0－5.5) 之砂岩及頁岩上，如黔江黃陵山麓，北碚溫泉附近，及合川草街子東北十里之偏岩子等處，均曾採得標本。其海拔多在 400 公尺以下。

18.四塊瓦(Lysimackia pauderiformis)常密生於黃壤縉雲寺細砂壤土及栗木坪細砂壤土區內之溝旁或森林之下，雖亦曾見於一二處鈣質土區內，但不如酸性土之常見，更不如其密茂。

19.珍珠菜 (Lysimackia clethroides) 境內拔海1000－1500公尺地帶各種酸性土上，多有分佈，拔海1600公尺左右地帶之灰棕壤上，較爲顯著。

20. 楓香樹(Liquidambar formasana)全區拔海1000公尺以下酸性土上，常有分佈。

21. 菝葜(Smilax china)拔海1000公尺以下排水良好之各種酸性土上，分佈甚廣。

22. 山楂(Crataegus cuneata)拔海1200公尺以下之強酸性土上，常有分佈，鈣質土上幾未見之。

23. 華升麻(鐵火七)(Astilba chinensis)拔海1600公尺之黔江八面山，涪陵分水嶺，酉陽天堂崟等處灰棕壤區內，及拔海2200公尺之貴州梵淨山頂高山草原土上，均有分佈，低處未曾見之。

24. 楊梅(Myrica rubra)楊梅在貴州主分佈於拔海1000公尺以下之各種酸性土上，鈣質土區內極少見之。貴州農民謂楊梅多長於煤山上，所謂煤山者，即指二叠紀樂平煤系酸性頁岩所成之黃壤也。四川綦江及貴州桐梓交界之處，有"楊梅不入川"之農諺，蓋川省不見楊梅，或係受大面積鈣質土之限制，而與人爲之省界無關也。

25. 塔樹(Schefflera Delavayi)四川境內拔海1000公尺以下排水良好之縉雲寺細砂壤土上，分佈甚廣。

26. 金櫻子(Rosa laevigata)境內拔海1000公尺以下各種酸性土區內，如黃壤縉雲寺細砂壤土、清鎮壤粘土及貴陽粘土上，均常有分佈。有時雖亦曾見於鈣質土上，但不如酸性土上之暢茂。

27. 樺木(Betula lumimifera)主見於拔海1200，1400公尺地帶灰棕壤及灰化黃壤上，過高或過低之處，極少分佈。

28. 白櫟(Querous Fabri)拔海1200公尺以下排水良好之強酸性土上，分佈甚廣。更高處則甚稀少，或不見之。在適當高度之酸性土區內，即無表土之酸性頁岩上，亦可生長正常。

29. 馬尾松(Pinus Massoniana)全區拔海1000公尺以下排水良好之各種強酸性土上，分佈甚廣。極少見於鈣質土區內，四川境內，多見外斜層所成之山嶺，在侏羅紀酸性砂岩與三叠紀石灰岩交界之處，僅砂岩山上密生馬尾松，貴州境內，三叠紀石灰岩與二叠紀樂平煤系頁岩山相鄰處，亦僅酸性頁岩山上，長有密茂之松樹，故馬尾松可作酸性土壤之指示樹木。

(四) 鈣質土之指示植物

僅見於鈣質土區內之植物(好鈣性植物)

1.鐵線草(Adiantum capillus-veneris 常分佈於全區拔海2200公尺以下之陰濕環境石灰岩表面，如溝旁、洞內及泉源附近，但暴露日光下之乾燥處，並不見之。

2.過龍壇(Adiantum pedatum)亦僅見於陰濕環境下之鈣質土區內，但其分佈不及鐵綫草之廣泛，如四川華鎣山，涪陵白菓舖、老場，黔江武陵山，酉陽天堂崟及貴州梵淨山北麓芙蓉壩廟

處之石灰岩或中性石英岩上，均曾採得標本，其海拔約在1500公尺以下。

3.有尾鉄線草（Adiantum caudatum）主見於四川境內數處石灰岩洞內；如酉陽汪家河、兩河口，涪陵白藥舖及北碚溫泉乳花洞等處，均曾採得標本。

4.姬粉背蕨（姬裏白）（Chailanthes argentea）四川酉陽及貴州印江境內之寒武紀砂質石灰岩表面，或其新風化之薄層土壤上，常有分佈。惟限於暴露日光下排水良好之岩面，陰濕環境處，未曾見之，又四川合川瀝鼻峽附近三疊紀飛仙關中性頁岩上，亦曾採得標本。

5.地白子 Ch ilanthes aff. farina）嘗見於數處石灰岩深谷或洞內之岩面上，或其新風化之強鈣性土壤上，如酉陽兩河口及汪家河等處，均曾採得標本。

6.蜈蚣草（Pteris longifolia）全區拔海1000公尺以下之鈣質土區內，分佈甚廣，更高之處，則極稀少或不見其蹤跡。其對土壤含水量之高低，不甚選擇，但在陰濕處，葉長體大，露光乾燥處，葉短體小。在酸性土壤區內，如局部有石灰岩露石處，此種植物，僅沿石灰岩生長，有時因建築水溝，使用石灰，致使沿溝局部酸性土壤變爲中性或微鹼性者，亦僅沿溝處有此植物生長，又如四川侏羅紀砂岩所成之酸性黃壤區內，凡石灰窰附近之局部酸性土壤，變爲中性或鈣質者，亦曾見之，故蜈蚣草可爲鈣質土最顯著之指示植物。

7.傅氏鳳尾蕨（Pteris Fauriei）　8.溪鳳尾蕨 Pteris Excelsa）　9.射脈鳳尾蕨（Pteris actiniopteris）　10.指狀鳳尾蕨（Pteris aff. dactylina）境內多處石灰岩深溝、洞內，或北向山坡如涪陵白藥舖，酉陽兩河口及汪家河等處，均曾見之。

11.單葉扇蕨（Neocheriupteris phyllomanes）此種植物亦僅見於陰濕環境之鈣質土區內，如四川華鎣山，涪陵白藥舖，黔江武陵山，酉陽兩河口、井崗元，貴州梵淨山北麓之平鎖溝，德江明溪及北碚縉雲山麓等處，凡峽谷、深溝、洞中或北向山坡之石灰性或中性岩石上，均見有分佈。

12.象牙烏毛蕨（Blechum eburneum）常密生於境內寒武紀砂質石灰岩之陰濕處，如溝邊、泉旁、峽谷或北向陡壁上分佈甚多，但三疊紀及二疊紀石灰岩上，則極少見之。酉陽楠木箐、汪家河、井崗口、秀山溶口，印江木黃、蜂塘坪，德江煎茶溪，遵義高坪，桐梓婁山關等處寒武紀石灰岩地帶，均曾採得標本，故烏毛象牙蕨或可爲寒武紀石灰岩之指示植物（註：此種植物，除好鈣質外，或更與石灰岩中他種成分相關，待以後化學分析結果，以資證明）。

13.亨氏線蕨（Colysis Henr,i）　14.彎裂線蕨（Colysis flexloba）境內陰濕環境之鈣質土區內，如石灰岩深谷、洞內、或森林下，常有分佈。標本曾採自四川涪陵白藥舖、黔江武陵山、酉陽汪家河、井崗元、北碚溫泉乳花洞等處。

15.地柏葉（Asplebium unilateral）　16.地柏葉變種（Asplenium unilateral var. Udum）

僅見於數處陰濕環境之鈣質土區內，如石灰岩深谷，洞內或北向山坡。涪陵白菓舖，酉陽大酉洞、兩河口、汪家河及黔江武陵山等處，均曾採得標本。

17.血金凝金星草（Dryopteris erubescens）　18.峨眉金星草（Dryopteis omeinsis）；19.金毛絲金星草（Dryopteris crenata）此等植物曾採自四川涪陵白菓舖、酉陽兩河口、汪家河等處石灰岩洞內。

20.馬氏鈣蕨（Pellaea mairei）曾見於貴州梵淨山北麓芙蓉壩附近微鈣性石英岩露石上，該處拔海約900公尺。

21.念珠藻（Nostoc communis）區內拔海1200公尺以下鈣質土或石灰岩面之凹處，每於陰雨後，常密生念珠藻。四川紫色土及貴州黑色石灰土上，均分佈甚廣。在酸性土壤區內，有時因施用石灰或受附近石灰岩溶液之影響，而使極薄表土呈復鈣作用者，亦常見此種植物之分佈，蓋其生長與酸性底土無關也。

22.委陵菜（Potentilla chinensis）貴州黑色石灰土之湄潭細砂壤土及梭草坡粉砂粘壤土區內，常有分佈。其海拔約爲700－1200公尺。

23.老鼠刺（Itea illicifolia）貴州及四川境內，凡海拔1200公尺以下之石灰岩地帶，常有分佈。

乙、習見於鈣質土，極少見於酸性土區內之植物：

（亞好鈣性植物）

1.廬山石葦（Pyrrosia sheareri）主見於區內拔海1000－1500公尺之石灰岩或中性岩石上，拔海過低之處，不常見之，涪陵楠子溪、老場，黔江武陵山、八面山，酉陽楠木箐、天堂蓋，秀山隘口、南川金佛山，印江木社、平頭等處，均曾採得標本。

2.光石葦（Cyclophorus calvatum）境內拔海1200公尺以下酸性及鈣性岩石上，雖均曾見生長，惟以石灰岩上較爲常見，黔江武陵山、獅子口，酉陽迴龍寺、汪家河、銅鼓潭、井崗元，秀山隘口，印江木黃、木社，思南鳳凰山，德江煎茶溪等處，均有分佈。

3.大瓦葦（Lepisorus macrosphaeris）　4.大瓦葦變種（Lepisorus macrosphaeris var. asterolepis）主分佈於拔海1200公尺以上之石灰岩或中性石英岩上，低處不常見之。

5.鏈狗脊（Woodwardia radicans）全區拔海500－1500公尺陰濕環境下之鈣質土或石灰岩隙間，常有分佈，有時陰濕之酸性土上，雖亦曾見之，但不如鈣質土上生長之密茂。

6.大葉貫衆（Cyrtomium macropterum）7.鐮葉貫衆（Cyrtomium urophyllum）常見於黔江武陵山、八面山，隣水華銀山，貴州梵淨山等處之陰濕鈣質土區內，或石灰岩上，以上拔海均在1000公尺以上。

8.槐葉貫衆 Cyrtomium fraxinellum; 9.帶形貫衆 Cyrtomium vittatum; 前者曾採自酉陽汪家河畔石灰岩上，後者在梵淨山北麓分佈甚多，北碚縉雲山頂之酸性土上，亦曾見之。

10.對生耳蕨葉 (Polystichum deltodon var. Henryi) 常見於境內陰濕環境下之石灰巖洞內。

11.高山耳葉蕨 (Polystichum craspedosorium) 在貴州梵淨山拔海2000公尺左右之中性石英巖上，分佈甚廣。

12.尖葉金星草 (Dryopteris acuminata) 境內凡拔海1000公尺以下之鈣質土區內，分佈極茂。有時酸性土雖亦有生長，但不如鈣質土上之繁茂。拔海1000公尺以上，即鈣質土區內，亦不常見。

13.黃胞鱗蕨(Microlepia chrysacarpa)境內多處石灰岩洞內，常有分佈。

14.野漆樹 (Rhus succedunea) 主見於境內鈣質土或石灰岩之上，如貴州桐梓栗子壩、九壩、息烽南山山坡，四川涪陵牛皮壩、木根舖、老場，酉陽楠木箐，印江蚌蛸坪等處，分佈甚廣。其拔海約在1200—1400公尺。拔海低處，未曾見之。

15.漆樹(Rhus verniciflua)漆樹亦主分佈於拔海1200—1400公尺之前述地帶之鈣質土區內，惟較低處，亦曾見之。

16.柏木(Cupressus funebris 主分佈於拔海1000公尺以下之鈣質土區內，或直接長於石灰岩岩面之上，但未見其長於酸性岩石上；有時雖亦嘗見於酸性土壤上，但其生長狀況，恆不如鈣質土上之良好；且較稀疏，川黔農民常謂柏木喜長於肥土或龍骨石上，蓋前者指鈣質土，後者指石灰岩也。

17.棕櫚 (Trachycarpus Fortunei)主見於境內拔海 700公尺以下鈣質土區內，有時亦直接長於石灰岩上，尤以四川盆地內之紫色土上，分佈最廣。

18.竹葉椒 (Xanthoxylum alatum var. planispinum) 拔海1200公尺以下石灰岩上，常有分佈，但高處不見生長。

19.白花百合 (Lilium brownii) 主見於區內拔海1500公尺以下之鈣質土或石灰巖上，有時厚約數公分之黑色石灰土上，亦可支持高達二公尺之百合，蓋其根可穿入石灰巖巖隙之間也。拔海過高之處，則不見其蹤跡。

20.南天竺 (Nandina domestica) 21.貓耳刺全區拔海1000公尺以下石灰巖上，常有生長，拔海愈低，分佈愈廣，過高處，未曾見之。

22.虎耳草 (Saxifraga sarmentora) 23.鐵線蓮 (黃木通) (Clematis macinata) 24.巖花 (Chirita eburina) 25.退火草(Perantha sp.) 26.石吊蘭(Lysionotus pauciflous) 27.門冬 (蛆兒草) (Asparagus filicinus) 此等植物，均常見於各處陰濕環境下之石灰巖巖面，或石灰巖洞內。

(五)不能指示酸性土或鈣質土之植物(不擇土性植物)

多數植物對於土壤之鈣性或酸性，不甚選擇，此等植物，在區內分佈極多，茲舉十數種最爲常見者如下：

1.舶山粉背蕨(Cheilanthes chusana)全區拔海1500公尺以下，不論酸性土或鈣質土上，均常有分佈；拔海愈低，其分佈愈爲密茂。

2.蕨(Pteridium aquilinum)境內拔海稍高地帶之酸性土或鈣質土區內，如涪陵分水嶺，彭水山王廟，黔江八面山，酉陽楠木箐，桐麻嶺，遵義金頂山，南川金佛山，桐梓婁山關，印江梵淨山坡等處；其拔海約爲1400—1600公尺，均有密茂之分佈，低處雖亦有生長，但不如高處之茂盛，過高處，如梵淨山頂亦不見其縱跡。

3.蚰蜒羊齒(Theoyteris decursive-pinata)區內拔海2200公尺以下，不論酸性土或鈣質土上，均有分佈，但以陰濕環境處，較爲密茂。

4.海金沙(Lygodium japonicum)全區拔海1500公尺，不論酸性土或鈣質土上，亦不論陰濕或乾燥處，均常有分佈。

5.石葦(Cyclophorus Lingua)全區拔海1400公尺以下，不論石灰巖，中性石英巖，或酸性砂頁巖上，均有分佈，拔海700公尺以下，最爲密茂。

6.巖薑(Drynaria Fortunei)全區拔海1000公尺以下，各種巖石上，均有生長，有時亦長於樹莖上，尤以拔海700公尺以下，最爲常見。

7.福氏星蕨(Microsorium Fortunei)境內拔海1000公尺以下各種巖面上，均有分佈，陰濕環境之處，尤爲常見。

8.多裂葉蕨(Pteris multifida)9.全緣鳳尾蕨(Pteris insignis)10.大井口邊草(Pteris cretica)此等植物多見於拔海1000公尺以下各種陰濕土壤上，如水田埂旁及溝內，均屬常見。

11.貫衆(Cyrtomium Fortunei)區內拔海1200公尺以下各種陰濕土壤上，均有分佈。

12.鹽膚木(Rhus chinensis)境內拔海1500公尺以下之鈣質土或酸性土區內，均有分佈。

13.刺杉(Cuninghamia lanceolata)拔海1400公尺以下，不論酸性土或鈣質土區內，均有分佈。拔海過低處，則限於北向山坡或較陰濕之溝中。1400公尺以上，亦不見其縱跡。

14.屑木瓜(Pyrantha crenula)凡拔海600公尺以下，不論何種土壤，均分佈甚廣。

15.金絲桃(Hypericumo Hookeranum)主見於拔海1000—1600公尺地帶，低處分佈較少。

16.舖地蜈蚣(Catoneaster horizontalis)主分佈於拔海1300—1600公尺地帶，常沿巖面生長，低處不見之。

17.黃桷樹 Ficus lacor 僅分佈於拔海 500公尺以下各種土壤上，高處從未見其蹤跡。

(六)支配植物分佈之各種生態因素

根據前述各種指示植物之分佈狀況，可知支配植物分佈之因素，除土壤反應外，在野外所能觀察之土壤含水量及土層厚薄等之土壤因素（Edaphic factors），亦甚重要，其他生態因素（Ecological factors）如地形、氣候及生物等均隨處顯示其支配力，蓋此等因素常互爲因果，尤以氣候受地形之影響最爲顯著，兩者又支配土壤之性質，茲將本區各種生態因素與植物分佈之關係，分述如下：

局部地形及氣候因素影響植物分佈情形：　在酸性土壤區內，如四川涪陵白菓舖附近之侏羅紀砂岩山，其相對高度約百公尺，拔海 800公尺左右，土壤爲黃壤縉雲寺細砂壤土，低山南坡或向陽之處，每日受陽光時間較多，且直接受中午或垂直陽光，局部氣溫較高，土壤亦較乾燥，現長有甚多好乾性植物（Xerophilous plants）如馬尾松、白櫟、塔樹、女貞子、及楓香樹等，並密生芒萁骨及甘草蕨，同處北坡或溝內，每日受陽光時間較短，且係接受斜光，局部氣溫較低，土壤亦較陰濕，現長有密茂好濕性植物（Hydrophilous plants）如刺杉、薇、烏韮、四塊瓦、狗脊、裏白、及石松等。此外，如鵝掌水龍骨、映山紅、油茶及野牡丹等，在向陽及背陽之處，均能生長如常。

在鈣質土區內，如酉陽秀山境內拔海 900公尺以下石灰岩地帶，暴露日光之灰岩岩面及其所成之土壤上，係密生石葦、蜈蚣草、姬粉背蕨、竹葉椒、老鼠刺、貓耳刺、南天竺及柏木等，但同地石灰岩洞內或北向陰濕之陡壁及狹谷內，則長有極密茂好濕性象牙烏毛蕨、單葉鳳蕨、鐵芒脊、蛇白子、地柏葉、鐵線草、有尾鐵綫草、過龍壇、李氏線蕨、彎裂線蕨、貫衆、大井口邊草、多裂葉蕨、傅氏鳳尾草、岩鳳尾蕨、及指狀鳳尾蕨等多種蕨類植物，此等好鈣性植物，在乾燥向陽之鈣質土上，未會見之。

據此，可知在一定拔海高度及一定反應之土壤區內，因南北坡及局部地形之變異，其植物分佈狀況亦各不同。

貴州梵淨山自山麓至山巔之相對高度，約2000公尺，其最高峯拔海2500公尺，構成該山之巖石，爲震旦紀微酸性至中性之石英岩、板岩、頁岩及砂岩，所成之土壤，主爲酸性反應，巖石露頭，常以中性者爲主，全山氣溫大致隨高度而遞減，濕度及雨量則隨高度而俱增，但拔海1800－2100公尺之山坡之氣溫反較山頂爲低，其濕度及雨量亦反較高，全山植物垂直分佈概況如下：（註二十五）

拔海600－1000公尺地帶：氣候具有亞熱帶至溫帶之特徵，土壤爲酸性紅壤及黃壤，在此帶

內長有多種經濟樹木及極密茂之蕨類植物，其限於拔海1000公尺以下之樹木，有馬尾松、油茶、茶、棕櫚、白櫟、構、楓香及柃木等。蕨類植物限於同高度之酸性土者，有芒萁骨、裏白、尖葉裏白、鷄掌水龍骨、狗脊、龍燈草等。中性石英岩上密生石葦、福氏星蕨、帶形貫衆（Cyrtomium vittatum）龍骨七（Arthromeris Lehmani）等，著者在此帶內，計採得蕨類約80餘種。

拔海1100--1600公尺地帶： 氣溫較前帶爲低，濕度較高，在灰化黃壤及灰棕壤之上，樹木顯較前帶稀疏，此帶植物以刺黃蓮樹（Mahonia Veitchiorum）竹（Arundinaria sp.）及蕨最佔優勢，至刺杉、樺木、茅栗、朝天罐、金錦香、白花百合、藍花玉簪，則以此帶爲其分佈之限度，中性石英岩上之向陽處常見瓦葦及廬山石葦，陰濕處則有極密茂之水龍骨（Polypodium vulgare）龍骨七，梵淨山著名之人參（俗名蘿蔔七）（Panax schin-seng），即係本帶陰濕深溝內中性石英岩上之產物，在此帶內，曾採得蕨類約50餘種。

拔海1700--2100公尺地帶： 本帶爲全山最冷濕地帶，全年雲霧籠罩時間最久，夏季落雨極多，春季積雪較山巔融化爲遲，在灰棕壤及準灰壤之上，長有密茂之垂枝雲杉（Picea brachytyla）冷杉（Abies sp.）龍鬚竹（Arundinaria sp.）木薑子（Litsea sp.）等，蕨類植物佔優勢者，有地刷子、石松、牛奶子、膜葉雙蓋蕨（Diplazium pellucidum）等，中性石英岩上，則常見黑鱗蕨（Phymatodes nigrovenia）高山耳蕨（Polystichum a istatum var.）等，在此帶內計採得蕨類植物約30種。

拔海2200--2500公尺地帶： 本帶風力之大爲主要氣候因素，餘如高濕多雨及低溫，均屬其特徵，在此帶高山草原土上，不見樹木，而以草本植物爲主，其中有多種藥用植物，均爲低處所未見者，如 防風（Ligusticum brachylobum） 獨活（Heracleum lanatum） 黨參（Cedonopsis ovata） 柴胡（Buplerum falcatum） 五加（Acanthopanax simonii） 丹歸（Angelica megabhylla） 升藥麻（Astilba chinensis） 大曲花（Halenia elliptica） 杜氏百合（Lilium Duchartrei） 等最爲常見，在拔海2500公尺之最高峯上，長有下列植物：黃脈繡球花（Hydrangeas xanthoneara）大火草（Anaphalium sp.）繡球花（Hydrangea strigosa）蘭草（Eupatorium sp.）等，蕨類植物在本帶內，計採得十數種而已，其中如中性或微石灰性板岩上之扭瓦葦（Lepisorus contortus）及宋氏瓦葦（Lepisorus Thunbergianum）等，亦係低處所未曾採得者。

此外，亦有數種植物，如映山紅、石松、向氏金星草、貴氏金星草（Dryopteris gracilenscens）、唐松草（Thalictrum acterefolium var.）等，在全山各帶內之酸性土上，均有分佈。

由梵淨山植物垂直分佈概況觀之，在一定 pH 土壤上，拔海高度及局部氣候，亦爲支配植物分佈之一主要因素。

其他土壤因素影響植物分佈情形：　影響植物分佈之土壤因素，除土壤反應外，其含水量之高低，最爲重要，支配土壤含水量之因素，包括土壤質地輕重，腐植質含量及其他內性。此外，如地面坡度，山坡南北向，所在地有無遮蔽，以及支配空氣濕度及雨量之海拔高度，均爲影響土壤含水量之環境因素，在一定 pH 土壤上，好濕性及好乾性植物，已述於前。

在野外所能觀察之土壤性態，除土壤含水量外，土層之厚薄，亦足以支配植物之分佈。多種植物固需相當深厚之土層，以支持其根之發展，但亦有不需深厚土層者，如蕨類之岩韋，稿氏星蕨（Lepisorus spp.，Polypodium spp.）等之地下橫行莖，因需堅硬物質，被其緊攀；故恆長於岩石表面，反不常見於疏鬆深厚之土壤上。

生物因素影響植物分佈情形：　川黔境內石灰岩高山地帶，農民多謂野漆樹多係自生，因鳥類吃下漆籽後，隨糞便中排出，落地自生幼苗。其栽培者，亦係移植，而非播種。蓋鳥類消化其外囊脂肪後，即易於發芽，故鳥類爲傳佈此種漆樹之主要媒介物。

某一植物羣落中，各種植物間之互相關係，亦甚重要，拔海1000公尺以下酸性土區內，在馬尾松密林下，常長有甚多好濕性之狗脊及裹白等，至好乾性之芒萁骨，則極稀疏；但馬尾松被伐後，土壤因無森林之遮蔽，暴露日光下，其含水量乃減少，好濕性之狗脊及裹白，日被淘汰，芒萁骨即漸趨繁盛，日久遍地滿生芒萁骨，至狗脊與裹白乃漸行絕跡。此等植物種類之演變，固係受植物本身間互相生存競爭之影響，實亦局部天然生態因素變更之結果也。

區內雖有一部分樹木，係人工所栽培，但中國因有悠久農業歷史，現有之人造林，實係數千年來試驗之結果，亦即各種天然生態因素之產物。

據前所述各點，可知影響植物分佈之氣候，地形，土壤及生物等各種因素，乃互爲因果。目前各種天然植物之地理分佈，實即各種生態因素交互作用之結果也。

（七）討　　論

1.關於酸性土及鈣質土指示植物之分類，根據植物生長與炭酸鈣含量之關係，1881年(Contejean)（註一）曾分爲好鈣性(calciphile)嫌鈣性(calcifuge)及不擇土性(indifferent)者三種。1916年(Pipal)（註七）依植物對於土壤酸度之關係，又分爲耐酸性(acid-tolerant)不耐酸性(acid-intolerant)及不擇土性者三類。1928年(Pesola)（註八）更予以較詳之分類，即好鈣性(calciphobes)亞好鈣性(subcalciphobes)嫌鈣性(calciphiles)亞嫌鈣性(subcalciphiles)及不擇土性者五類。本文所舉之指示植物，大致相當於(Pesola)之分類。

2.中國土著植物種屬甚多，且因目前調查材料不足，故本區所發現之嫌鈣性及好鈣性植物，與歐美相比，其相同種較少，嫌鈣性植物與英美所見之同屬者，有 Vaccinium（註十）Rhodo-

dendron（十二）Camellia（卽Thea）（註三）。同種者有 Lycopodium complanatum（註五）Lycopodium annotinum（註五）。同屬之好鈣性植物，則有 Soxifraga（註四）Petentilla（註四）及 Pellaea（註五）等，至詳細比較，尙待他日較多之調查結果及更豐富之參考材料也。

3.著者前就貴州中北部調查結果，曾作一報告(註二)，現據貴州東北部，四川中部及四川東南部之觀察，知有少數植物，其隸屬較爲廣泛。

(1)貴州中北部報告中之好鈣性植物如鏽狗脊，野百合(白花百合)，猫耳刺，牛舌頭(廬山石葦)，紅豆杉等應改爲亞好鈣性植物。

(2)亞好鈣性之福氏星蕨，兗州卷柏，貫衆，瓦葦，萱草，麻櫟，小葉薔薇，野薔薇，地瓜藤，全綠鳳尾草等及亞嫌鈣性之十大功勞，舖地蜈蚣及刺杉等，均應改爲不擇土性植物。

4.調查結果中，有同科(family)植物具有共同之習性者，如裏白科(Gleicheniaceae)，石松科(Lycopodiaceae)，石南科(Ericaceae)，等各爲嫌鈣性植物。亦有同屬(Genera)具有共同習性者，如杜鵑屬(Rhododendron spp.)山茶屬(camellia spp.)均爲嫌鈣性植物，而綠蕨屬(Colysis spp.)，貫衆屬(Cyrtonium spp.)等，多爲好鈣性或亞好鈣性植物。更有甚多同科同屬僅不同種之植物，對於土壤反應之關係，常完全相反。其例如下：

好鈣性植物或亞好鈣性植物	嫌鈣性植物或亞嫌鈣性植物
鐵線草(Adiantum cappilus-veneris)	扇狀鐵線草(Adiantum flabellulatum)
象牙烏毛蕨(Blechnum eburneum)	東方烏毛蕨(Blechnum orientale)
峨眉金星草(Dryopteris omeinsis)	向氏金星草(Dryopteris Chanqion)
黃胞鱗蕨(Microlepia chrysacarpa)	馬氏鱗蕨(Microlepia marginata)
鏽狗脊(Woodwardia radicans)	狗脊(Woodwardia jsponica)
蜈蚣草(Pteris longifolia)	甘草蕨(Pteris semipinata)

故指示植物之單位，實以種(Species.)爲主。

5.支配好鈣性及嫌鈣性植物分佈之因素，迄今尙不十分明瞭，就本區數種土壤分析結果觀之，鈣質土之 pH 大，並含有高量之氧化鈣，氧化鎂及五氧化二磷。或均爲好鈣性植物所好之土壤特徵。酸性土之 pH 小，且含有較低量之氧化鈣，氧化鎂及五氧化二磷，此等成分或均爲嫌鈣性植物所不好。

本文所稱之鈣質土，包括含有固定鈣及游離鈣之土壤，植物之分佈，究竟與此兩種不同狀況鈣質之關係如何，擬俟田間觀察結果較多後，再爲報告。

又作者擬日後利用此項調查結果，作一盆栽及圃場試驗，將某種指示植物之種子，胞子或幼

苗，分別生長於酸性及鹼性土壤中，進而研究其生長之情態。如此，對於好鈣性及嫌鈣性植物生長之因素，或可得一比較確切之解釋。

6.川黔境內拔海1000公尺以下地帶，發育於侏羅紀强酸性岩層之土壤反應，與發育於鄰近地點之三叠紀石灰性岩層者不同；因此，兩者生長之樹木及他種植物，亦各相異。侏羅紀岩層上之酸性黃壤，密生馬尾松，而三叠紀所發育之鈣質土，則長有密茂之柏木，又三叠紀石灰性岩層與二叠紀樂平酸性頁岩相鄰處，前者長柏木，後者長松樹。故吾人在野外工作時，倘對某地地層，土壤及植物互相間關係，先作相當認識後，則據目力所能達到之樹木及他種植物，即可推斷土壤及地層之變異，或亦有助於測繪土壤圖及地質圖之參考也。

著者在四川侏羅紀酸性岩層所發育之酸性土壤區內，嘗見多種好鈣性植物如蜈蚣草等之生長，據研究始知此種植物生長地原為石灰窰，其局部土壤已變為鈣質。又於同樣酸性土區之溝旁，亦見有好鈣性植物。蓋建築水溝時，因利用石灰，致使局部沿溝酸性土變為鈣性。故據天然指示植物，推知大面積土壤反應，固甚方便，而對局部土壤及岩性變異之測定，則尤具功效。

貴州梵淨山山麓之震旦紀石灰岩，試鹽酸並無泡沫發生，但見其上長有數種好鈣性植物如單葉鳳蕨及過龍蝗等，甚覺可疑，再用soiltex試之，其 pH 為7.0—7.5，故此種含微量氧化鈣之岩石或土壤（註九），用鹽酸不能試出時，其上所長之植物亦可指示之。此種情形，美國（Wherry)(註十三)已早有同樣發現。

7.本區拔海1000公尺以下嫌鈣性之馬尾松，茶，油茶等，恒與芒萁骨，裏白及甘草蕨等共生一處，因此等蕨類植物與前述經濟樹木所好之土壤及氣候環境，完全相同，故可作選擇茶，油茶及馬尾松栽培地之指示植物。又如好鈣性或亞好鈣性之蜈蚣草及尖葉金星草等，亦可作選擇柏木及油桐栽培地之指示植物。蓋此等植物亦均喜拔海1000公尺以下之鈣質土也。

(八) 要　　摘

本文所述酸性土及鈣質土之指示植物，對於局部地形及氣候之綜合關係，可以其垂直分佈狀況表示之：（參閱附圖一）

參考書文

(註一) Contejean 1881. Geographie botanique influenoe du terrain sur la vegetation. 1438. Paris. (From Hilgard, E.W. (22) P.521)

(註二) Geisler, S, 1926. Soil reactions in relation to plant successions in the Cincinnati region. Ecology. 7: 163-184.

(註三) Harold, H. Mann. 1935. Tea soils. Technical communication No. 32. Imperial Bureau of soil science.

(註四) Hope Simpson, T. F. 1938. A chalk flora on tne Lower Greensand. Its use in interpreting the calcicole habit. Jour. of Ecology 26: 218--235

(註五) Kelley, A.P. 1922. Plant indicator of soil tyqes. Soil sci. 13; 411-423.

(註六) Kelley, A. P. 1923. Soil reaction, an ecological factor. Soil Sci. 16: 41—54

(註七) Pipal, F.J. 1916. Red sorrel and its control. Ind. Agr. Exp Sta. Bol. 197. (Erom Soil Sci. 13: 411—432)

(註八) Pesola V.A. 1928. Calcium carbonate as a factor in the distribution of plant in Findland. Aun. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo G. No. I P. 246 (From Ecology 11: 450-553 Reviews)

(註九) Robinson G.W. 937. Mother Earth p.127-128

(註十) Tansley, A.G. 1932. Practical plant Ecology 3rd edi London

(註十一) Troug, E. 1918. Soil acidity. I. Its relation to the growth of plant. Soil Soi. 5: 169-195

(註十二) Weaver and Clementis: 1929. plant Ecology p.210 New York

(註十三) Wherry, E. T. 1916. A chemical study of the habitat of the walking fern, Camptosorus rhigophyllus Link. Jour. of Wash. Aca. of Sci. 6: 672-679.

(註十四) Wherry, E. T. 1922. Recant work on soil acidity and plant distribution. Sci. 4; 568-570

(註十五) White, J. W. 1916 Concerning the growth and composition of clover and sorrel as influenced by various amounts of limestone In Pa Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt. 1913-14, p.46-67

縉雲寺系及其相關之土壤

馬溶之　　席承藩

縉雲寺系為我國主要黃壤之一，首由梭頗等(一)在四川北碚之縉雲山發現，四川盆地中，侏羅紀砂岩所組成之山地，均有本類土壤之存在。其剖面性態，受微域環境之影響；可誘致巨大之變異。本文係根據著者等在重慶威遠等處初步觀察結果，概述縉雲寺系及其共存各系土壤之形態與生成；并對發生變異之各因素，略作論引，藉冀研討。

(一) 地理環境

本類土壤發育於侏羅紀地層所組成之山地，帶狀分佈於四川盆地中，構成海拔500－800公尺之山脈，其相對高度為300－500公尺。因地質構造及岩石性質之影響，常組織不同之地形。在重慶左近之各背斜層，侏羅紀砂岩傾角較大，均成豚背式之山嶺，織以格狀水系，山坡陡斜；嶺脊窄狹，時見低峯聳生，凸出脈嶺之上。此上之土壤侵蝕亦甚劇烈，故土層較薄，成土作用期間，亦甚短促也。惟西山坪為不對稱之背斜層，東陡西緩，常為白堊紀低部（珍珠冲層）所覆蓋，雖仍為豕背式之山嶺，但頂部可見局部之方山。又如威遠穹窿背斜之北翼，傾角甚緩，均在五度左右，至高峯廟一帶，傾角幾為水平，形成方山，此種發育良好之方山式地形，由厚層砂岩構成削壁，頁岩形成平台，其上殘存之土壤，侵蝕至緩，土層較厚，剖面發育之表徵亦較顯明。至若威遠背斜之南翼，傾角較陡（10－15度），則構成重疊之單面山式，山脈為樹枝狀水系所分隔，砂岩仍成陡壁，或短坡，頁岩覆於迂緩長坡之上。在陡坡者除為草木所持護，可有薄層土壤外，大都侵蝕劇烈，甚或石面畢露。而在緩坡之上，土體殘存較久，其侵蝕現象，則以溝狀侵蝕為顯着。

本類土壤之母岩，為侏羅紀之砂岩及頁岩，砂岩多為整體厚層，質地粗鬆，均呈灰色，風化後常呈黃色，間有呈紅色者，紅色斑點添充於白色砂粒之間，顯示礦物風化結果。楊家祠系土壤大都發育於此種母質。露出地表較久之平緩石面，常具薄層之紅棕色鐵質結皮。頁岩仍以灰，灰綠，黑等色為原色，除黑色頁岩外，風化後均呈黃色。所居地勢較平，接近或暴露地表者，常具紅色斑塊，若水分停積之處，可見褐色之錳斑，位於節理間或隙竅中。總之，在濕溫氣候環境下，岩石風化及成土作用，根本無顯明之界限，實為連續進行之同一作用也。

本區之氣候環境，概言之爲溫潤溫暖，就實際而言，年平均溫度爲 18.7°c，最低月平均爲5.7°c，（一月份），最高月平均爲34.2°c（八月份）。年平均雨量爲1097.7公厘，夏季多雨，惟多雷雨，時短雨促，瞬息即晴，氣溫又高，蒸發復速，雨量雖多，仍可現高溫之乾燥現象，應適於紅壤化作用之進行。冬季無冰雪，而多雲霧，綿綿細雨，雨量雖低，而土壤常保持低溫之濕潤現象，成土方式，應趨灰壤化作用。在紅壤化及灰壤化作用互相交作環境下，故產生本類土壤。岩石風化多爲高溫高濕之化學風化，且生成高度含水鐵質化合物之黃色表徵，若受微域變異及排水影響，可誘發紅色表徵。惟本文所述各系，均位於高出丘陵區300--600公尺，雨量應較高，氣溫減低，相對濕度增高，且冬季可見冰雪。此種環境頗適本文所述各系土壤之生成也。

本類土壤所生之原生植物，以馬尾松林爲主，雜以竹，杉，白櫟，青杠，茅栗，石松，枸杞等植物。林下多生羊齒及禾本科植物，尤以芒萁骨最爲習見。濕潤之處，土表或石面常覆以苔蘚及藻類。上述之植物，均構成自然林，分佈於山地之各部。一部之緩坡平頂或平台之上，多有農田分佈，以玉蜀黍，花生，甘薯，等爲主，初墾殖之一二年內，因土壤本身腐植質之分解，雖不施肥，亦可生長，經久則腐植質來源斷絕，土壤漸變瘠，又因無木草之保護，引起嚴重之侵蝕，石面暴露，則成不毛之地。惟在坡度較平，或溝壑中，水源充足時，多植以水稻，即可減低侵蝕，又能持續耕種，如在威遠單向山坡之上，水田連阡，堰塘星佈，對本類土壤之利用，已盡其最大效力也。

在林木密交之狀態下，土壤中水分增加，濕度易於保持，加之腐植質積集，因此土壤侵蝕減弱，土體殘存時間較久，在比較溫濕之環境下，經腐殖酸溶提易於造成黃色心土之黃壤。

（二） 土系性態

1.縉雲寺系

代表標本 2271－2275

採集地點 四川北碚縉雲山

採集人 侯頌，周昌芸，朱蓮青。

地形 侏羅紀脊背式山嶺之緩坡，坡度10－15度。

母質 灰色粗砂岩，風化後呈黃色，時帶紅色斑塊。

植物 馬尾松林，林下植物以芒萁骨爲習見。

0－6公分 棕灰色疏鬆，無顯著構造之砂壤土，草根樹皮甚多，pH 4.87。

6－25公分 灰黃色，帶黃色條紋，疏鬆多孔之砂壤土，草根及樹皮甚多 pH 4.53。

25－50公分 黃色砂壤土，有少數灰色條紋，本層無孔竅，水分滲濾極緩，結持力堅實，

pH 4.42。

50—80公分 紅黃色壤粘土，帶紅色斑點，堅實塊狀構造 pH 5.12。

80-100公分 灰色及紅黃色已風化之砂岩，含生成粘土之礦質及大量石英粒，pH 4.90。

2.鷄婆蕩系

代表標本 6248—6251

採集地點 威遠踏水橋鷄婆蕩

採集人 馬溶之 席承藩

地形 方山頂部之緩坡，坡度約5—10度。

母質 侏羅紀灰色頁岩爲主，風化後呈黃色帶紅色斑塊，雜有砂岩之風化物。

植物 以馬尾松幼林爲主，樹高不及四公尺。

0—5公分 富含草根木屑之深灰色粘壤土，團粒狀構造結持力疏鬆，pH 4.5—5.0。

5—25公分 黃色粘土，富含孔隙，有灰棕色綫紋，不甚顯明之紅棕斑塊，孔隙細小，結持堅實 pH 4.0。

25—75公分 紅帶黃色斑點之粘土，有黃色條紋，塊狀構造結持堅實，孔隙細小，pH 3.0—4.0。

75公分以下 紅黃色頁岩風化物，有褐色斑點含雲母片，pH4.0。

3.杉樹壩系

代表標本 6152—6156

採集地點 威遠古佛頂東

採集人 馬溶之 席承藩

地形 侏羅紀地層所組成之單面山緩坡，坡度5 10度。

母質 頁岩爲主，風化後呈黃色，時帶紅色斑塊，亦雜以砂岩風化物。

植物 幼年馬尾松林，林下生羊齒。

0—15公分 灰棕色粘壤土，富含草根及腐草 pH 5.5。

15—26公分 淡黃色砂壤土，有灰色膠膜網被及微現褐色斑點，已微經溶提作用，色較淡黃 pH 5.0。

26—35公分 黃色粘土，有棕褐色斑點增加，亦可見黑色鐵質小點。pH 5.0。

35—50公分 深棕色鐵質斑點漸少。而紅色斑紋漸增，呈紅黃色之粘土，大塊狀及稜柱狀構造 PH4.5。

50-100公分 紅色斑點漸少，而爲接近母質之新近風化之黃色物質 pH4.5。

4.高峯廟系

代表標本 6229—6234

採集地點 威遠高峯廟北三角點六公尺處，海拔 707 公尺。

採集人 馬溶之 席承藩

地形 方山之山頂，地勢平坦。

母質 頁岩風化後呈黃色。

植物 馬尾松及闊葉林。

0—2公分 草根腐草及粒狀構造之黑灰色壤粘土，pH5.0。

2—7公分 灰黃色粘壤土，為灰棕色腐植質膠膜包被，pH4.0。

7—36公分 金黃色粘土，微帶紅色斑點，粒狀構造，pH 4.0。

36—55公分 塊狀構造，黃紅相間之粘土及紅色斑點，漸下漸紅，中夾以黑褐色之結核，pH4.0。

55—85公分 淡灰黃紅相間，夾有褐斑及白色網膜，大塊狀構造之粘土層，淡色者常呈條紋，pH 4.0。

85-100公分 黃色粘土，夾有灰白條紋及棕色斑塊核狀構造，pH4.5。

5.西山坪系

代表標本 3199—3202

採集地點 北碚西山坪。

採集人 侯光炯 李慶逵 劉海蓬

地形 不對稱之侏羅紀背斜之頂坡，地勢平坦。

母質 灰白色長石質砂岩，及頁岩之混合風化物。

植物 油桐果樹。

0—15公分 淡黃灰色粘壤土，疏鬆塊狀，含有草根，pH4.5。

15—35公分 淡黃色壤粘土，含少量草根，稜塊構造，較上層堅實，pH 4.5。

35—48公分 黃色粘土，含有砂粒，塊狀構造，結持尚稱堅實，pH5.0。

48-100公分 黃色粘土，土色較上層為棕深，帶紅棕色，不顯明之斑塊，塊狀構造，結持堅實。含少數粒形小鐵結核，pH6.0。

6.古佛頂系

代表標本 6149—6161

採集地點 威遠古佛頂北松林。

採集人　馬溶之　席承藩。

地形　單面山之緩坡，坡度5--10度。

母質　粗砂岩，風化後呈黃色。

植物　稀疏之松林及羊齒。

0--5公分　灰棕腐殖質層，富含草根及苔蘚。呈粒狀構造之砂壤土，pH4.5。

5--15公分　淡黃色壤粘土，粒狀構造，微現褐斑，pH 4.0。

15--50公分　棕黃色粘土，乾時堅硬，有少量之紅棕色斑點，pH 4.5。

7.古佛岩系。

代表標本　6901--6903

採集地點　捷爲西古佛岩。

採集人　馬溶之　王樹嘉。

地形　平緩山頂，坡度爲5--10度，在威遠爲豚脊式山嶺之長坡。

母質　侏羅紀頁岩，風化後爲黃色帶紅斑，侵蝕頗烈，岩石多顯露，土壤剖面爲冲刷之遺跡。

植物　疏稀之馬尾松幼林，林下多爲禾本科草類。

0--5公分　黃灰色粉砂粘壤土，結皮狀，疏鬆，富含草根，pH 4.5。

5--10公分　淡黃帶灰色粘土，塊狀構造，堅實少孔隙，pH 4.0。

10--30公分　黃色粘土，含多量之紅色斑塊及點綫，核塊構造，結持堅硬，孔隙尙多，但極細小，pH 4.0。其下爲灰色黃色頁岩，帶紅色斑塊。

8.石𡸣口系

代表標本　6146--6148。

採集地點　威遠八塊田南石𡸣口。

採集人　馬溶之　席承藩。

地形　單面山頂部之陡坡，坡度30度。

母質　粗質砂岩。

植物　馬尾松林，羊齒及苔蘚。

0--5公分　落葉及苔蘚，灰棕色砂壤土，粒狀構造，易碎，pH 4.0。

5--35公分　灰黃色砂壤土，較大之團粒構造，易碎，服以灰色膠膜，pH 4.0。

35公分以下　黃色砂粘土，無顯著之構造，乾時堅實，pH 4.0。

9.獅子峯系

代表標本 8847—8850

採集地點 江北大田坎西北，獅子峯係縉雲山之一峯。

採集人 馬溶之 席連之。

地形 侏羅紀地層，組成之豕背式山嶺頂部，峯頂常平緩。但坡度不一，約由五度至三十度，侵蝕均烈。

母質 粗砂岩，風化後呈黃白色。

植物 馬尾松林，林下多灌木草類尤以芒箕骨爲多。

0—1公分 灰棕色砂壤土，粒狀及單粒構造，富含植物根系，pH 4.5。

1—12公分 灰棕色砂壤土，單粒構造，常結爲疏鬆之塊狀，仍含草根，pH4.5。

12—30公分 淡黃棕色砂壤土，疏鬆之塊狀，易散爲單粒，pH 4.5。

30—70公分 淡黃棕色砂壤土，單粒構造，含已風化之砂岩塊，pH 4.5。

10. 蜈蚣嶺系

代表標本 6340—6343

採集地點 威遠高峯廟東。

採集人 馬溶之 席承藩。

地形 方山式之山頂，地勢平緩，坡度均五度左右。

母質 灰色頁岩。

植物 馬尾松，芒萁骨及苔蘚。

0—1公分 黃色間以灰紅斑點之壤粘土，徽有黑灰色腐殖質網膜，pH 4.0。

1—30公分 黃色夾以紅色斑點，及灰白色斑紋之粘土 pH4.0。

30—60公分 幾全爲純白色之粘土，微帶灰色，僅見黃色條紋，及少量紅色斑點，形類高嶺土，pH 4.0—4.5。

60—80公分 灰白色粘土，有黃色及紅色斑點甚多，且有黃色綫紋，與第二層類同，pH 4.5。

11. 老林溝系

代表標本 6356—6357

採集地點 威遠老林溝北山陰。

採集人 馬溶之 席承藩。

地形 單面山陡坡下之溝壑中。

母質 粗砂岩。

植物　　松林及苔蘚。

表層爲落葉、苔蘚之灰棕色腐植層，心土爲黃色砂壤土，略現白色綫紋，至七十公分以下，則漸成白色砂粘土及略有黃色之綫紋。至接近母岩時，又爲初經風化之黃色砂岩粒。

12. 土粟嘴系

代表標本　6135—6137

採集地點　威遠土雲嘴南。

採集人　馬溶之　席承藩。

地形　無一定之位置，溝籓及排水不良之凹坡。

母質　砂岩及頁岩。

植物　松林及苔蘚。

0—10公分　棕黃色富含草根之砂壤土，pH 4.5—5.0。

10—20公分　棕黃色粘土，有褐色綫紋及斑點核狀構造，pH 5.0。

20—35公分　棕黃色粘土，塊狀構造，有褐色斑點及白色網膜。褐斑大可達一寸，分佈於土粒構造之兩面及隙竅中，pH 5.0。

13. 楊家祠系

代表標本　6244—6247

採集地點　威遠踏水橋坡上楊家祠附近。

採集人　馬溶之　席承藩。

地形　平緩坡地，坡度約爲5—10度。

母質　粗質砂岩，風化後白色砂粒間爲紅色斑點。

植物　馬尾松林。

0—6公分　灰棕色腐植質層，富含草根及腐柴，無顯著構造，多結成團塊而易碎之砂壤土，pH 4.5。

6—16公分　紅黃色帶灰之壤粘土，微帶黑灰色腐植質條紋及網膜，有紅色斑點，pH 4.0。

16—31公分　紅色帶黃之砂壤土及粗質砂粒，爲紅色高鐵物質所色染及添充，亦時有黃色條紋，呈塊狀構造，pH 4.0。

31—60公分　已風化之粉紅、黃白相間之粗砂岩。

14. 飛峨山系

代表標本　8851—8855

採集地點　岳池條溪口場一碗水上，飛峨山在北碚附近。

採集人　馬溶之　侯學煜　席連之。

地形　豚背式山嶺之平緩山坡，坡度約五度左右。

母質　侏羅紀頁岩，原色以灰為主，風化後為黃色帶灰色及紅色條塊。

植物　短草，亦有小灌木，芒萁骨尚多。

0—2公分　灰棕色粘土，表面色灰黑，其下紅棕，結皮狀構造，pH 4.5。

2—10公分　橘紅色粘土，核塊構造，孔隙細小，易散為硬塊，pH 4.0。

10—36公分　橘紅色粘土，較上層微紅，帶黃色及紫紅色斑點，核塊構造，疏鬆易散為硬塊，pH 4.0。

36—57公分　黃棕色粘土及已風化之紅黃色頁岩，pH4.0。其下為強度風化之頁岩，黃色帶灰色條紋，紅色常位層隙中。

（三）土壤變異之釋義

本區之土壤生成，係受氣候作用較顯著者，在此溫濕之山地，夏季雨量雖多，然多晴朗，氣溫常高，腐植質分解較速；故紅壤化作用較顯著。冬令既屆，氣溫隨低，且雲霧時歷，降水量雖少；然相對濕度甚高，使天氣及土壤中常呈水分飽和狀態，腐植質分解亦漸不易，故以灰壤化作用為主。如此紅壤化及灰壤化作用交互工作下，造成本區微度灰化之土壤，若其他成土因素，如地形，植物，排水等之微小變異，可引起不同之各種剖面。如地勢平坦而排水優良，林木稀少，且土壤接受日照之機會較多時，土壤及大氣溫度均高，可生成灰化紅壤，如楊家祠及飛蛾山等系。至林木叢生，且排水欠佳，水化作用顯著者坡度陡斜，侵蝕較盛，成土作用時間尚短者，或母岩中含鐵成分較低者，則生成黃壤，如縉雲寺及石蟈口等系。一般言之，本區因水分供給充足，岩石風化以水解作用為主，多生成黃色之水化性鐵，但此種風化，僅鐵質由岩石結晶態變為高鐵，而未達紅化作用之終點。

就本文所述各系土壤，因為動力及外動力之微小變異，而生各不同之剖面形態，可概分為下列六系類：

一、飛蛾山系類　全剖面除表土微有腐殖質之積集外，以橘紅色為主，楊家祠系等屬之。

二、縉雲寺系類　腐植質表層下，為淡黃色層，心土為紅色，或具有紅色斑點層，雞婆蕩，杉樹塝等系屬之。

三、西山坪系類　全剖面除富含腐殖質層外，以黃色粘土為主。

四、石蟈口系類　腐植質層下，具有顯著之灰棕色溶提層。底土仍是黃色，質地輕粗。

五、蜈蚣嶺系類　心土中，除黃色層外，有白斑色點或白色層，老林溝系等屬之。

六、土雲嘴系類 剖面仍呈黃色，質地較粘重，有褐色斑塊，分佈於構造體表面。

飛峨山系類，就形態言，應屬灰化紅壤，分佈於平緩之山坡，常在5—10度之間，侵蝕緩慢，土層深厚，且土層停積較久，岩石風化後，受成土作用期間較長，因其所居之地勢平緩，林木疏生，受日光照射較大，常保持高溫風化狀態，腐植質易於分解，易引起紅壤化作用之進行。

此種紅色土壤之生成，常因其母岩性質及其風化現象，而促成其剖面發育；如生成楊家祠系之粗質砂岩，初經風化，卽呈紅色，蓋此岩石風化與土壤之生成，爲同一連續之作用也。其生成與質地及排水情形，亦均有密切之關係，富含粗質砂岩之土壤，因坡度適於排水，滲入土中之水分一部隨卽排去，其留於土層中者，又因土粒較大，土壤粒子吸着之水膜極薄，其乾燥機會較大，風化物受高溫作用之期間較長，利於鐵質化合物脫水作用之進行，此種因質地而影響色澤者，吾人曾注意一地勢平緩，排水正常之處，沉積有厚層之黃色粘土，其中夾有卵形之紅棕色砂團。此種紅棕色砂團，顯係由剖面中所夾有之粗質砂岩礫石新近分解而成者，因未經變動，仍持原來之礫狀，而色澤之截然不同者，惟因質地之不同而已。

七、縉雲寺系類，仍分佈於平緩之坡地，坡度均在5—10度間，有時可大至15度者，森林密茂，林下植物叢生，其共同之形態爲黃色之粘重土，心土中具有紅色斑點或紅色層，雞婆蕩、縉雲寺、杉樹塌、古佛頂及古佛岩等系屬之，各系之形態雖有共同之點，而其生成則不一致。雞婆蕩系與飛峨山系，實同出一源，環境既頗相似，其頁岩母質初經風化，亦現紅色斑點，其所以生成黃色層者，係因在林木覆蔽下，表土腐植質較多，含水亦豐，水分在疏鬆之剖面上部積集時間較久，且一部分鐵質下淋，遂漸成黃色，在水分下透達堅實緊密之粘土層時，爲量極微，水速又減，鐵質易於澱積，因而亦可生成紅色。其中之黃色斑紋，爲水分之經路，與黃色層之生成同一理也。

縉雲寺及杉樹塌兩系，其形態及生成，與西山坪，石壩口等系類較接近，而與雞婆蕩系有別。換言之，卽此二系土壤之全剖面中，黃色較紅色成分佔優勢，其成因由外動力言，係受溫潤氣候，植物生長情形及排水狀況之影響。就內動力言，則受岩石性質土壤質地及結持力所支配，因微度溶提及水分作用，而生成較厚之黃色土層。

至於其心土中所現紅色斑塊，係因水分下透將上部可動性鐵質，隨水下淋，漸爲漸緩，均經停積於緩透之心土中，或不透水層之上，在較乾燥之時期，變爲紅色之高鐵化物。此種紅色斑塊，常呈堅實之塊狀，爲疏鬆之黃色粘土所包圍。生成之原因，係受間隙性滲透之影響，卽水分在其滲入途中，因停積量大且久，水分常呈飽和狀態，又一部鐵質澱積於其兩旁；其水分所經之路線，鐵質含量較低，遂呈黃色線紋。

縉雲寺系之質地輕粗，易於透水，而水分未能排盡，剖面中呈水分飽和狀，黃色層深厚，紅

色斑塊甚少，且分佈多接近母質。杉樹塌系之質地粘重，結構堅實，不易透水，黃色層極薄，約在卅公分以下即有斑點之發現。其所以生成棕黃帶紅色之斑塊之稍圓形大塊者，仍由於淋溶作用加於堅實土壤之結果，乃由於乾燥與濕潤或飽和水分之互相作用所致也。

古佛頂及古佛岩兩系之成土作用，與上述者並無二致，惟因毀林伐草已久，且受劇烈之人工擾動，引起嚴重之片狀侵蝕，以致土層較薄，且溝狀侵蝕亦甚劇烈，甚或僅有零星分佈之遺留剖面。古佛岩系成自頁岩，質地粘重，紅色斑點較多；而古佛頂系，質地較輕，僅見少數棕色斑點，既小且微。

西山坪系類包括西山坪系及高峯廟系，所在之地勢平坦，坡度不過五度，其水分儲積較多，排水亦甚緩，土壤常呈水分飽和狀態，遂成黃色土壤。西山坪系之所在微有坡度，土壤疏鬆，水分易於滲透，故生成黃色均一之剖面。高峯廟系位方山之平頂，地勢平坦，侵蝕甚微，土壤風化甚爲完善，均生成質地粘重，結構緊實之心土，因土壤緊實不易透水，故於心土生成稍圓形大塊狀結構，剖面中之部分積水還原作用，有灰白帶黃色之斑點，同時鐵質聚積於大塊狀構造體中，呈紅色及紅棕色斑塊。塊中因時有乾濕之變異，而引起暗棕色或黑色斑點之生成。在接近母岩之處，土壤因其部下淋之水分之停滯，土壤被淘汰部分淋失，則呈淺黃色之表徵。

石塘口系類，包括石塘口系及獅子峯系，均發育于粗砂岩母質，其所在之位置類皆陡坡（坡度多在廿度以上）及山谷，當坡度陡峻侵蝕強烈，岩石風化物常被沖刷殆盡，斷面裸露，惟當森林及草木所護持時，可有薄層土壤之殘存。因草木密生，腐植質較厚，且質地輕鬆，故有顯著之淋提現象，生成灰棕帶黃之溶提層及黃色心土之澱積層，而無紅色斑點。

獅子峯系較石塘口系之心土爲棕暗，係因地勢較平，而排水極度良好，已起強度之溶提現象。本系土壤或成自鐵質含量較低之母岩或母岩風化期間，水分之不斷淋洗，已將部分鐵質淋去，而生成此剖面也。

蜈蚣嶺系類，包括蜈蚣嶺系及老林溝系，均分佈於低窪溝地或窪地。排水極度不良，常呈積水狀態。因積水關係，剖面中空氣隔絕，土壤中鐵質進行還原，同時水分如能被排去，則將可動之鐵質隨水淋失。經久之漂流，可生成鐵質甚少之白色斑點或白色層，其色頗如白堊土。惟在蜈蚣嶺系剖面中白色層之上、下，有紅白色斑點兩層，此紅斑之生成與白斑實有聯繫。乃因各季節水位之變動，引起鐵質之升降；如大氣乾燥時土中之水分，因毛管之上升，可動之鐵質亦隨水而上，在上升途中，積集於白色層之上部。至若濕潤季節，水位下降，鐵分隨水下滲而積聚於底部，剖面中之黃色條紋及棕色斑點，白色網膜，仍淋溶或澱積變化之結果也。

老林溝系，雖成自粗砂岩，質地輕鬆，因水源充足，瀦水較久，亦呈白色條塊分佈於粘土中。

土塁嘴系分佈於凹坡及溝槽中，亦見於冲積扇上，坡度頗不一致，因山地中大量流水之經過，瀦積水位有上下移動，乾濕澱積之結果，遂生成暗棕或黑斑點，附着於構造體表或孔隙表面。有時亦見錳鐵結核，此剖面之生成，以質地粘重，結持力堅實之土壤，最爲習見。

(四) 結論

四川盆地中，侏羅紀地層所組成之山地區域，氣候溫濕遍生自然林，可生成黃壤。惟因內外動力之微小變異，生成各不同之剖面形態。

一、排水優良，草木疏生之山坡，常見有灰化紅壤如飛峨山系。

二、排水良好，草木密茂之山坡，生成發育完善之黃壤，如縉雲寺系，其生成亦受母岩性質之支配。

三、排水欠佳之平坦地勢，土層常呈黃色，如西山坪系。

四、排水過甚之陡坡及山頂，土壤侵蝕至烈，惟爲草木護存之土壤，常有顯著淡色溶提層及黃色澱積層，如石蟈口系。

五、平緩之低坡及山麓，土壤中積水及間際排水結果，可生成白色層或白色斑紋，如螺螄嶺系。

六、在山凹、溝漕及冲積扇上，因洪水之經流，水位之移動，乾濕之更替，可生成暗棕色斑塊，如土塁嘴系。

參攷書文

（註一）梭頤： 中國之土壤

（註二）侯光炯： 重慶區土壤概述 土壤季刊一卷三期

（註三）中大地理系： 中國氣候資料

（註四）馬溶之，席承藩： 四川威遠古佛頂區之土壤（未刊稿）

（註五）馬溶之，席連之： 四川華鎣山區之土壤（未刊稿）

四川省西部土壤中固氮細菌之調查與分離(註)

高尚蔭　宋秉南

(國立武漢大學生理實驗室)

土壤中之氮素(化合物)每年爲植物生長所消耗與被土壤水分所沖去者，其量甚大而仍不感缺乏此原素者，乃其中固氮細菌之功也。固氮細菌之最重要者，當推與豆科植物共生之根瘤細菌(Nodule bacteria或Rhizobium)與非共生固氮細菌Azotobacter。

Azotobacter自Beijerinck(1901)於荷蘭Delft土壤及河道中發現後，據各地之調查知其分佈甚廣，Groenweye(1913)報告爪哇大部分土壤中均有其存在，其他如俄羅斯，丹麥(Weis 1914)，印度(Hutchinson 1915)，波蘭(Ziemiecka 1923)，日本(Yamagata 1923)，美國(Lipman 1903)，意大利，西班牙，加拿大，夏威夷，墨西哥，埃及等(Lipman與Burgess 1904)土壤中莫不有之，至於土壤中完全無此固氮細菌者就現在所知僅芬蘭一地而已(Brennar 1924)。

吾國土地廣大，然據作者所知，土壤中之有無Azotobacter尚無報告，雖日人ASo.migita與Ihda(1939)於「Azotobacter利用氮素之機制」一文中曾提及實驗所用之Azotobacter(A. Chroococcum)由中國土壤中分離所得，但未說明中國何處土壤及何種土壤等詳細情形，本文爲作者兩年來調查四川省西部土壤中有無Azotobacter之結果。

檢查土壤中之有無Azotobacter，可以最簡便之液體培養基(普通水中加碳水化合物如糊精與無機鹽類如燐酸氫二鉀等)中加土壤少許置於28°c之常溫箱中，爲時不久如土壤中有Azotobacter則培養基面上有薄膜生成，初呈棕色，後變黑色，隨種之不同而異也，此法雖甚簡便，然結果如無其他方法比較甚不可恃，蓋Azotobacter爲絕對需氧細菌，在液體培養基中一部分爲厭氣情形，而培養基表面上之薄膜常有其他細菌與之爭食其中之營養，而原生動物如變形虫等又可以Azotobacter爲食物，此外培養基中常產生限制Azotobacter生長之酸類如醋酸;酪酸等;且棕色

(註)本調查進行時承本校校長王星拱先生與理學院院長桂質廷先生之贊助特此誌謝

本文之初步報告載美國「科學：(Science)(1940)」

本文爲土壤微生物之研究(三)

或黑色薄膜之組成，僅於土壤中含有大量之 Azotobacter者有之。故僅以液體培養基檢查土壤中有無Azotobacter，其結果甚不準確。本調查除用此法，外同時亦用 Martin，Walker與Brown(1937)之無氮瓊脂培養基與Winogradsky (1926) 之土壤皿 (Soilplaque) 法：此兩法爲固體培養基亦即檢查土壤中Azotobacter較準確之方法。

土壤皿法爲 Winogradsky (1926) 所發明，其配製法爲土壤100克加澱粉5克混和之，移置於玻器中加水使成厚漿，分置於彼氏皿中以玻棒將面上推平，置於28°c常溫箱中，四十八小時後，若此土壤中有Azotobacter，則微小透明之菌集落出現於皿之表面上。

無氮瓊脂培養基爲 Martin， Walker與Brown(1937) 所採用，據云其準確性與土壤皿相等，此法以土壤細粒撒於培養基上然後置於28°c常溫箱中，經相當時間後若此土壤中有 Azotobacter 則土壤細粒週圍有白色菌集落出現，此培養基之成分如下：

瓊脂	15克
甘露密醇	10克
下列無機鹽之混合劑	2克
磷酸氫二鉀	100份
硫酸鎂	60份
氯化鈉	60份
硫酸鐵	1份
硫酸錳	1份
炭酸鈣	178份
水	1000c.c.
pH	6.8-7.0

本調查所採取之土壤爲複性樣品 (Composite sample)，於滅菌情形下取之於自地表約20－30厘米之土壤，普通於樣品取得後卽將土壤少許置於上述之液體培養基中，如結果並無薄膜發生，則再以無氮瓊脂培養基或土壤皿檢查之，同時將培養基中之細菌於顯微鏡下作精細之觀察，因Azotobacter 細胞之形態具特性而易於鑑別也 (高尚蔭1940)。

本調查之結果如下表：——

川西各區土壤中有無 Azotobacter 之調查

土壤情形	土壤質地	Azotobacter	土壤情形	土壤質地	Azotobacter
樂山區			2.未種植之草地	砂壤土	有
1.未種植之草地	壤土	有	3.種植玉蜀黍地	壤土	有

土壤情形	土壤質地	Azotobacter
4.砂灘，無植物生長	粗砂土	有
5.小山上未種植之荒地	壤土	有
6.已乾之水溝，無植物生長	細砂土	有
7.大渡河邊砂灘，無植物生長	粗砂土	有
8.麥田	壤土	有
10.未種植之荒地	砂壤土	有
11.種植蔬菜地	壤土	有
12.滿生青草之大豆地	壤土	無
13.滿生青草之大豆地	壤土	有
14.種植玉蜀黍地	壤土	無
15.種植花類地	粘壤土	有
16.種植蔬菜地	壤土	無
17.稻田	重粘土	有
18.稻田	重粘土	無
19.種植蠶豆地	粘壤土	有
20.已犂而已種植地	壤土	有
21.種植蔬菜地	壤土	有
22.種植蠶豆地	壤土	有
23.種植白菜地	砂壤土	有
24.未種植之荒地	壤土	★有
25.種植葱地	細沙土	有
26.[illegible]沙灘，無植物生長	粗沙土	有
27.種植蔬菜地	細沙土	有
28.種植花類地	壤土	有
29.荒地	壤土	★有
30.已犂而未種植地	砂壤土	有
31.麥田	砂壤土	有
32.種植蠶豆地	壤土	有
33.種植菜地	壤土	有
34.麥田	輕砂土	有
35.種植蠶豆地	壤土	有
36.未種植之荒地	壤土	有
37.未種植之荒地	壤土	有
38.未種植之荒地	輕粘土	有
39.種植蔬菜地	壤土	有
40.未種植荒地	砂壤土	無
41.未種植之荒地	壤土	有
42 馬朝口河邊砂灘	細砂土	有
43.種植白菜地	砂壤土	無
67.稻田	重粘土	有
68.稻田	重粘土	有
78.種植蔬豆地	砂壤土	有
79.樹林中未種植地	細砂土	有
80.種植蔬菜地	細砂土	有
81.已乾小河底，無植物生長	砂壤土	有
82.稻田	輕粘土	有
83.種植蔬菜地	砂壤土	無
84.稻田	輕粘土	有
85.大麥田	細砂土	有
86.種植紅蘿蔔地	壤土	有
87.實驗室旁乾砂（由外取來已久）	細砂土	有
88.實驗室旁乾砂	細砂土	無
89.實驗室旁乾砂	細砂土	無
90.實驗室旁乾砂	細砂土	無
91.種植蔬菜地	壤土	有
92.水稻田	重粘土	有

土壤情形	土壤質地	Azotobacter	土壤情形	土壤質地	Azotobacter
93.水稻田	重粘土	無	60.小山上未種植荒地	輕粘土	有
94.種植白菜地	粘壤土	有	61.甘蔗田	輕粘土	無
95.種植蠶豆地	粘壤土	有	62.稻田	重粘土	有
96.麥田	粘壤土	有	63.甘蔗田	砂壤土	有
97.稻田	輕粘土	有	124.未種植荒地	輕粘土	有
98.種植蠶豆地	粘壤土	有	峨嵋區		
99.稻田	重粘土	有	64.種植蔬菜地	粘壤土	有
100.麥田	輕粘土	無	66.稻田	重粘土	有
101.未種植荒地	壤土	有	松潘區		
成都區			130.麥田	輕粘土	有
102.已犂而未種植地	壤土	有	131.中央職墾區	細砂土	無
103.已犂而未種植地	壤土	有	132.———	細砂土	無
105.麥田	輕粘土	有	133.———	輕粘土	有
107.未種植之荒地	壤土	有	134.麥田	輕粘土	有
新津區			135.中央職校農園	砂壤土	有
108.未種植荒地	細砂土	有	峨邊區		
109.未種植荒地	細砂土	無	136.———	壤土	有
111.種植豆科植物地	粘壤土	無	137.水稻田	輕粘土	有
113.已犂而未種植地	粘壤土	無	126.種植蔬菜地	壤土	有
夾江區			127.種植落花生地	砂壤土	有
65.未種植之荒地	壤土	無	128.未種植地	輕砂土	有
114.種植蔬菜田	粗砂土	有	129.未種植地	輕砂土	有
115.稻田	輕粘土	有	資中區		
125.種植玉蜀黍地	壤土	有	119.種植豌豆地	壤土	有
56.種植豆科植物地	輕砂土	無	120.橘樹林地	砂壤土	有
57.未種植荒地	砂壤土	有	121.種植蠶豆地	砂壤土	有
58.未種植荒地	輕粘土	無	123.麥田	輕砂土	無
59.種植白菜地	輕粘土	有	犍爲區		

土壤情形	土壤質地	Azotobacter	土壤情形	土壤質地	Azotobacter
44.未種植荒地	輕砂土	有	133.未種植山地	輕粘土	有
45.未種植荒地	輕粘土	有	139.中國木業公司林場	輕粘土	有
46.未種植荒地	壤土	有	140.未種植山地	輕粘土	有
47.種植花類地	粘壤土	無	雅安區		
48.種植蔬菜地	砂壤土	有	71.～～～～	壤土	無
49.未種植荒地	砂壤土	有	72.～～～～	壤土	有
50.未種植荒地	[illegible]	無	73.～～～～	砂壤土	有
51.未種植荒地	壤土	有	74.～～～～	輕粘土	有
52.未種植荒地	輕砂土	有	75.～～～～	砂壤土	有
53.種植豆科植物地	壤土	有	76.～～～～	壤土	有
54.種植葱地	壤土	有	77.～～～～	壤土	有
55.未種植荒地	砂壤土	有			

★表示所分離之純種細菌尚難確定其為Azotobacter.

由上表觀之，川西各區土壤樣品129種中含有Azotobacter者有98種（75.9%），其中頗堪注意者為雅安區之七種樣品均完全無此細菌，此項樣品，係川康科學考察團農林組團員梁君所贈，收到時已甚乾燥堅硬如石（因距採集時已六月餘），在此長期之乾燥情形中不能產生胞子之Azotobacter細胞能否生存實屬疑問，故所得結果不足表示雅安區土壤中無 Azotobacter之存在，因土壤樣品歷時太久，其中 Azotobacter 或已死亡矣。

川省土壤素稱肥沃，而尤以川西各區為甚，故土壤中 Azotobacter 之多亦意中事耳，Beijerinck（1901）曾謂土壤之肥沃性與Azotobacter 之多寡成正比例，即 Azotobacter 數目愈多，土壤愈肥沃。以前學者亦有報告土壤中含Azotobacter 百分之五十以上者，〔Burri（1904）67%，Tones 與 Murdock（1919）72.4%，Hutchinson（1911）100%，Ziemiecka（1927）50%〕。

純種之分離

作者於調查進行時同時分離純種以備將來作研究實驗之用，分離時所用之培養基以無氮瓊脂培養基為主，亦有用其他類似之培養基。分離 Azotobacter 時最感困難者為鑑別 Radiobacter，但據最近 Bryan（1938）之報告，若加剛果紅（Congo red）於培養基中，則 Azotobacter 細胞因不易吸收此顏料而呈粉紅色 Radiobacter 細胞以吸收此顏料而成紅色，作者常以此法檢定所分離

之 Azotobacter 培養。

本調查分離純種共得八十餘種，雖尚未作精審之研究，然大多數則爲 Azotobacter chroococcum Beijerinck。

實驗進行時承本系同事項斯魯女士之助特此誌謝。

參考文獻

Aso K., Migita, M., Ihda, T. 1939 Soil Sci. 48 : 1—8

Beijerinck, M. W. 1901 Centr. Bakt. 11. 7 : 561—582

★Brenner, W. 1924 Geolog. Kom. Finland. Agr. Geol. Meddl. 20

Bryan, C. S. 1938 Soil Sci. 45 : 185—188

★Burri, R. 1904 Schweiz. Ztschr. Forstwesen 55 : 89

★Groenewege, J. 1913 Arch. Suikerind. 21 : 790—793

Hutchinson, C. M. 1911 Ret. Agr. Res. Inst. Pusa. 1911—1912 : 85—90

Jones, D. H. and Murdock, F. G. 1919 Soil Sci. 8 : 259—267

Lipman, J. G. 1903 Rept. N. J. Exp. Sta. 24 : 217—285

Lipman, J. G. and Burgess 1915 Centr. Bakt. 11. 44 : 491—511

Martin, W. P., Walker and Brown 1937 Iowa Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 217

Winogradsky, S. 1926 Ann. Inst. Past. 40 : 455—520

★Weis, F. 1914 Det. Forstlige Forsogs. 4 : 319—331

Yamagata, U. and Itano, A. 1923 Jour. Bact. 8 : 521—531

★Ziemiecka, C. M. 1923 Rocz. Nauk. Roln. 10 : 1—78

彭家元 1939 私人通信，根據四川省農業改進所土壤化學組調查

高尚蔭 1940 武漢大學理科季刊七卷三期 1—44

★Original paper not seen.

苕子根瘤菌之初步研究

黃希素

自 Beijerink 發表其關於豆科植物根瘤菌（Nodule bacteria）之研究論文以來，至今已有五十餘年之歷史，於此五十餘年之中，關於此項研究之文獻，又續有發表，我國農民之種植豆科植物，雖已有長久歷史，惜對于與之共生之根瘤菌，以及其氮素固定作用之科學研究，尚未多見，我國多處土壤，其氮素及有機質之含量，一般均屬低下，而農民賴以增加土壤氮素及有機質之豆科綠肥作物，又常因土壤中特種根瘤菌缺乏，或土壤內部因子不適其生長發育，而受不良影響，因此關於土壤或種子特種根瘤菌之人工接種，以及如何改善土壤之內部因子，以增強其活動能力，實爲一急待研究之問題。

在西南各省之豆科綠肥作物，以苕子（Vicia villosa）最爲普遍，本研究之主要目的，卽自苕子之根瘤，以分離其中之根瘤菌，試行純粹培養，並觀察其形態，及研究其於人工培養基上所呈現之各種特性，同時更作沙植試驗（Sand culture），以研究其與苕子共生時所固定之氮素量，與苕子各種特性間之相關情形。

本研究得受管理中英庚款董事會經濟上之協助，中央大學農化系給予工作上許多便利，著者均深表謝意。

根瘤菌之分離及檢定

根瘤之採集 根瘤之來源有三：一自中大農場採集，一自四川省立教育學院農場採集，一於昆明採集由航空郵寄。採集時，植物之選擇以幼嫩、色清綠、氮素供給充分者爲主要條件；其根瘤則擇其飽滿健全而呈鮮色者，灰色或棕色者則避免之。

分離及純粹培養 所採集之根瘤，攜回實驗室後，立卽用扁平培養法（Plate culture method）分離其中之根瘤菌，培養基用 Yeast-extract mannitol agar（註一）於20°c定溫之下，約五至十日卽於生成之菌落中，就其互相隔離且具備根瘤菌固有之特徵者，移接於試管中。以上所述之三種樣本，每種至少取二個根瘤如法分離，結果共分離得十四管細菌，其中六管（NOS. 34－39）自昆明所寄之根瘤分離；二管（NOS. 40及41）自中大農場所採者分離；六管（NOS. 42－44及53－55）自四川省立教育學院農場所採者分離。

根瘤生成之檢定　由以上分離而得之各管細菌，能否於其寄生植物之根上生成根瘤，必須加以檢定，其法用圖一所示之裝置，圖中B為一250c.c.之廣口瓶，內盛修正之Crome氏營養液200c.c.其中加0.7%之洋菜，使成半固體狀態，B瓶之上方，倒立另一1000c.c.之廣口瓶A，以供植物之生長，供試之苕子種子為中大農藝系所育成之純種NO37。使於二氯化汞溶液（鹽酸2.5c.c.，二氯化汞1gm.，水500c.c.）中滅菌三分鐘，再用滅菌蒸餾水充分洗淨後，即用滅菌之鑷子移植於B瓶中洋菜培養劑之面上，每瓶種植六粒，使成一環，另取經培養五日之供試細菌用滅菌水自其培養基斜面上洗下，然後用鉑耳取此濃厚之細菌懸浮液接入瓶中，每瓶接種六耳，將此整個裝置先置暗處約二日，待發芽後，移於室光下，將B瓶埋置於鋸屑之中，使瓶外之鋸屑與瓶內之洋菜表面相齊，以保護植物之根部免受陽光之影響，檢定結果，十四管中僅有八管（NOS,34,39—43,54及55)能生成根瘤，餘均失敗。

純度檢定　經以上檢定能生成根瘤之各管細菌，再進而作純度檢定，以檢定與根瘤菌常相混雜之B.radiobacter是否存在，此項檢定採用Lohnis及Hansen二氏之方法（註工），所用培養基為牛乳及馬鈴薯斜面，檢定結果，八管中有七管（NOS,34,40—43,54及55）無B.radiobacter之反應，故可視為純粹之根瘤菌。

形態及在培養基上的各種特性

各號細菌，其形態的觀察，直接於顯微鏡下行之，其於培養基上的特性，則除使培養於Yeast-extract mannitol agar上，以觀察其所呈現之各種特性外，更培養於含各種不同碳素化合物之培養基上，以比較其生長優劣及醱酵反應，所用培養基之基本組成如下：

洋菜	15.0gm.
磷酸二鉀(K_2HPO_4)	0.5gm.
硝酸鉀(KNO_3)	0.5gm.
硫酸鎂($MgSO_4$)	0.2gm.
氯化鈉(NaCl)	0.2gm.
碳酸鈣($CaCO_3$)	3.0gm.
有機碳素化合物	10.0gm.
5% brom thymol blue 酒精溶液	5.0c.c.
蒸餾水	1000.0c.c.

所得結果，除表一及工所示者外，餘摘要如下：

（1）　各號細菌之形態以及在培養基上所表現之各種特性，彼此均極相似，故或可視為同一品

類。

（2） 各號細菌均呈短桿狀，於人工培養基上所生成之假菌體（Bacteroid）則多呈棒頭形。

（3） 於 Yeast-extract mannitol agar 上劃線培養，則中部常凸起，色白，富光澤，半透明，黏性逐漸增加，以鉑針引之，可牽成長絲，最後乃順培養基之斜面下流，聚於管底。

（4） 其醱酵反應，於糊精（Dextrin）及棉子糖（Raffinose）上呈強或中度之鹼性反應，樹膠糖（Arabinose）及葡萄糖（Glucose）上呈強或中度之酸性反應，而於肝醣粉（Glycogen）及木質糖（Xylose）上則無反應變化。

（5） 依Baldwin 及 Fred 二氏之意見（註三），則所分離而得之各管根瘤菌，其學名似應為 Rhizobium leguminosarum Frank。

表一　各號根瘤菌於各種不同之碳素化合物上生長情形之比較

細菌來源	昆明	中央大學農場		四川省立教育學院農場			
細菌號數	34	40	41	42	43	54	55
樹膠糖Arabinose	++	++	++	++	+++	++	++
木質糖Xylose	++	+	+	+	+	++	++
葡萄糖Glucose	++	++	++	++	++	+	+++
果糖Fructose	++	++	++	+	++	++	++
蔗糖Sucrose	++	++	++	++	++	++	+
麥芽糖Maltose	+++	+++	+++	+++	++++	+++	+++
乳糖Lactose	+○	+	+	+	++	+○	+
棉子糖Raffinose	+++	+++	++++	+++	+++	+++	+++
分解乳糖Galactose	++	+++	++	++	++	++	++
甘露蜜醇Mannitol	+++	+++	+++	+++	++++	+++	+++
肝醣粉Glycogen	+	+○	+○	+○	+	+○	+○
甘油Glycerol	++	++	++	++	+++	++	++
糊精Dextrin	+++	++	++	++	++	+	++

+○　生長極弱　　　　+++　生長良好

+　生長弱　　　　++++　生長極良好

++　生長中庸

表二 各號根瘤菌對於各種碳素化合物之醱酵反應

細菌來源	昆明	中央大學農場		四川省立教育學院農場			
細菌號數	34	40	41	42	43	54	55
樹膠醣Arabinose	+++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
木質醣Xylose	○	○	○	○	+	○	○
葡萄醣Glucose	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
果醣Fructose	+	+	+	++	+	+	+
蔗糖Sucrose	++	++	+++	++	++	++	++
麥芽糖Maltose	+++	+++	++	++	++	++	+
乳醣Lactose	+	+	+	+	+	+	+
棉子糖Raffinose	--	--	--	--	--	--	--
分解乳醣Galactose	++	+	++	++	++	++	++
甘露蜜醇Mannitol	+	+	+	+	+	++	+
肝醣粉Glycogen	○	-	○	○	○	○	○
甘油Glycerol	++	++	++	+++	++	++	++
糊精Dextrin	---	---	---	---	---	---	---

○ 無反應變化　　++++ 強酸性反應

\+ 極弱酸性反應　　- 弱鹼性反應

++ 弱酸性反應　　-- 中度鹼性反應

+++ 中度酸性反應　　--- 強鹼性反應

沙植試驗

沙植試驗採用開口盆砵法（open Pot method），所用盆砵爲容量約半加侖之瓦甑，內盛混加$CaCO_3$ 5gm.之缺氮河沙1500gm.，中央插入一竹管，口徑約2cm，使管之下端離盆底約3cm，上端則高出盆口約10cm，水及營養液即自此加入。所用營養液爲修正之Crone氏液，每盆經測定結果，須加水300c.c.其含水量方足供種子之發芽及植物之生長，故即將此滅菌之營養液200c.c.及蒸餾水100c.c.自管加入，然後置高壓蒸汽殺菌器中，於十五磅壓力之下殺菌四小時，取出放冷爲沙面乾燥則再加適量之滅菌蒸餾水，供試用之種子（No.37）經殺菌後分作二份，以一份即

劑施行人工接種，其法係取No.40之根瘤菌（自中大農場所採苕子之根瘤分離而得），使與可溶性磷酸鈣及脫脂牛乳充分混和（註四），再將其根瘤菌混和液傾於待接種之種子上，和勻風乾後即得。全部盆缽共計八十盆，以六十盆播種經行接種之種子，其餘廿盆則播種未經接種者，以資比較。每盆播種八粒，使於沙面成一環形，並令各種子間之距離保持一律，然後乃將全部盆缽放置於露天之一大木台上，使與其他部分隔離，以防雜菌之混入，每日灌加滅菌蒸餾水一次，其量則視天氣之變化而定，惟每盆必須保持一律。

各組於二十八年十二月二十日播種，二十九年四月十九日收穫，正值苕子開花之期收穫時每盆僅隨意收取五株，連根拔起，將沙洗淨後，即作下列之各種測定：每株根瘤數，葉數，莖長及根長。次將收穫物風乾，分株盛入編號之紙袋，置烘箱中，於90°c之下烘乾四小時，再於105°之下烘乾十二小時，然後取出，研成細粉，分盛於密閉之瓶中，待正式秤重時，須再於105°c之下烘乾二小時，置乾燥器中放冷後，方行秤重並測定其中氮素含量，此項測定用修正Koch-Mcc Meekin之微量Kjeldahl法（註五），經人工接種之六十盆中，僅收穫三十八盆，其餘之三十二盆則因遭不可避免之損失而廢棄之。

結果統計的討論

上述沙植試驗之結果，其次數分配列如表三：

表三　次數分配表

每株植物氮素量 mg.		每株植物根瘤數		每株植物葉數		莖長 cm.		根長 cm.	
組值	次數	組值	次數	組值	次數	組值	次數	組值	次數
0.25	8	1	9.1	15	3	5	5.0	13	2.0
0.75	9	3	14.0	25	5	7	4.0	15	5.0
1.25	17	5	17.0	35	15	9	2.0	17	5.0
1.75	20	7	20.5	45	18	11	9.0	19	11.0
2.25	33	9	35.5	55	23	13	20.0	21	12.0
2.75	29	11	27.0	65	28	15	19.0	23	20.0
3.25	30	13	30.0	75	33	17	26.5	25	24.0
3.75	20	15	18.0	85	28	19	26.0	27	27.0
4.25	11	17	10.0	95	20	21	24.5	29	22.0
4.75	5	19	5.0	105	9	23	17.0	31	21.0
5.25	3	21	2.0	115	4	25	11.0	33	14.0
5.75	3	23	1.0	125	2	27	10.0	35	8.0
6.25	2	25	1.0	135	1	29	9.0	37	6.0
				145	1	31	3.0	39	3.5
						33	3.5	41	4.5
						35	0.5	43	5.0
總計	190								

未經人工接種之各標準盆，每株植物之氮素含量為0.23至0.57 mg.，由經人工接種各盆每株

植物之氮素含量減去標準盆之平均值，即得每株植物之氮素固定量，今以此氮素固定量及根瘤數之數值，作爲變量分析（Analysis of variances）及曲線配合——（Fitting of curves）之資料，以測定其均一性（Homogeneity）及其分配之型式（Type of distribution），同時更求算各特性間之簡單相關及複相關係數，以比較其彼此間相關程度之高低。

變量分析　當試驗進行時，雖隨時盡力保持全部試驗環境之均一，但事實上終有不能如人意之處，因此不免有引起樣品不均一性之可能，爲欲測知結果之是否均一，乃作變量分析(註六)其結果列爲表四：

表四　變量分析

	變量原因	自由度	平方和	變量
氮素固定量	盆砵內	152	195.1303	1.2847
	盆砵間	37	98.6855	2.6674
	總和	189	293.8158	——
根瘤數	盆砵內	152	3344.16	22.00
	盆砵間	37	993.20	26.84
	總和	189	4337.36	——

由表四可知：無論氮素固定量或根瘤數，其盆砵內之變量均較盆砵間者爲小，故須再用Z值測其差異之是否顯著。

氮素固定量：$Z=\frac{1}{2}(\log_e 2.6674-\log_e 1.2874)=0.1827$

根瘤數　$Z=\frac{1}{2}(\log_e 26.84-\log_e 22.00)=0.0497$

二者之 $n_1=37$，$n_2=152$，因此 n_1 及 n_2 之數值過大，故須再求其標準差（Standard error）：

$$\sqrt{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}=0.1296$$

今所求得之二Z值均較此標準差之二倍爲小，故其顯著程度均在5%平準之下，因此各盆砵間之變量可視爲非確，而樣品測屬均一。

分配之型式　樣品既屬均一，則進而將其次數分配與理論之常態曲線作一比較，法先計算 d_3 及 d_4 二統計常數（註七）以測其離差（Departure），若計算之 d_i 值與其理論值（$d_3=0$，$d_4=3$）之差不超過其偶差（Probable error）之三倍，則其對於常態之離差不能視爲顯著。茲將此等數值列於表五，表中僅根瘤數之 d_3 稍高，故其次數分配稍有不對稱之傾向，但其與理論

值0之差亦僅爲其誤差之3.24倍，稍高於其顯著標點，因此其偏態性（Asymmetry）尚未能視

表五　分配之統計常數

分配	轉矩				d_3	$d_3-0.0$ / d_3之偶差	d_4	$d_4-3.0$ / d_4之偶差
	M_1	M_2	M_3	M_4				
氮素固定量	○	5.69	2.36	87.54	0.176±0.103	1.71	2.768±0.771	0.30
根瘤數	○	6.10	4.45	115.24	0.295±0.091	3.24	3.095±0.192	0.49

爲絕對確定；至峯態（Flatness）方面，由表中 d_4 之數值觀之，則無論氮素固定量或根瘤數，其分配之離差均極不顯著。

今再應用Charlier氏級數之前三項（註八），使觀察之分配與（1）理論常態曲線；（2）偏態作部分改正之常態曲線；及（3）偏態峯態二者同時作部分改正之常態曲線，作一實際之比較，並用 χ^2 以測其配合適度（Goodness of fit）（註九），結果列如表六，並用圖二表示之。

表六　分配之配合適度

	一項			二項			三項		
	N	χ^2	P	N	χ^2	P	N	χ^2	P
氮素固定量	11	12.41	<0.5>0.3	10	9.41	<0.5>0.3	9	9.41	<0.5>0.3
根瘤數	11	6.17	<0.9>0.8	10	5.93	<0.9>0.8	9	5.43	<0.9>0.8

由表六及圖二可知：氮素固定量及根瘤數二者之次數分配，均能與理論之常態曲線適度配合，尤以根瘤數爲然，且常態曲線經改正後，雖使 χ^2 值多少降低，但因自由度同時減少，以至於其機率（Probability）不受任何影響，由此種事實更可證實樣品之分配確屬常態。

簡單相關及複相關　茲再由試驗結果，計算各特性間之簡單相關及複相關係數，如列表七。表中各相關係數之顯著性，可查Snedecor所修正之Fisher氏表，表七中凡屬不顯著之係數概用"☆"標記之，其餘則均屬顯著。

由表七可知所有各特性間均爲正相關，且除根瘤數與根長；葉數與根長；及根瘤數葉數二者

表七　簡單相關及複相關係數

		氮素固定量(A)	根瘤數(B)	葉數(C)	莖長(D)	根長(E)
簡單相關係數	A		0.5707	0.8731	0.7254	0.2104
	B			0.5588	0.2461	0.0164★
	C				0.6061	0.1234★
	D					0.6053
複相關係數：二種特性對於一種特性之相關	A B			0.8762	0.7292	0.2454
	A C		0.5841		0.7265	0.2387
	A D		0.5791	0.8635		0.6899
	A E		0.5805	0.8750	0.8601	
	B C	0.8784			0.6032	0.1386★
	B D	0.8007		0.7113		0.6449
	B E	0.6050		0.5705	0.6926	
	C D	0.9068	0.5590			0.6796
	C E	0.8793	0.5614		0.8082	
	D E	0.7792	0.4227	0.6794		
三種特性對於一種特性之相關	A B C				0.7300	0.2801
	A B D			0.8768		0.6915
	A B E			0.8777	0.8602	
	A C D		0.5907			0.6938
	A C E		0.5915		0.8562	
	A D E		0.5815	0.8753		
	B C D	0.9120				0.6820
	B C E	0.8857			0.8072	
	B D E	0.8267		0.7244		
	C D E	0.9156	0.5649			
四種特性對於一種特性之相關	A B C D					0.6947
	A B C E				0.8603	
	A B D E			0.8780		
	A C D E		0.5922			
	B C D E	0.9363				

與根長之關係外，其餘之相關性均極顯著。

今試將各 r 值互相比較之，則更可得如下之結論：

(1) 氮素固定量與任何其他特性間之相關程度，較其他任何特性間之相關程度爲高；而

(2) 根長與任何其他特性間之相關程度，則較其他任何特性間之相關程度爲低，換言之，即整個氮素固定作用中，就本試驗所測苕子之五種特性言之，氮素固定量與其他四者，均爲甚密切之正相關，即氮素固定量愈多，根瘤數，葉數，莖長及根長亦必隨之增加，至根長與其他特性之相關性，則屬甚淺，且多不顯著。

摘要

自昆明與重慶中央大學農場及四川省立教育學院農場三處所採集之苜蓿根瘤，共分離得細菌十四管，經根瘤生成及純粹檢定之後，乃確定其中七管為純粹之根瘤菌，更由觀察及試驗結果，無論就其形態或培養基上所呈現之各種特性觀之，彼此均頗相似，故或可視為單一品類。根據Baldwin 及 Fred 之定名，應為 Rhizobium Leguminosarum Frank。此外並作沙植試驗，用開口盆砵法，取供試苜蓿種子經滅菌後，用分離所得根瘤菌之一行人工接種，播種於盆中滅菌之沙上，共計六十盆，另二十盆則播種不經人工接種之種子，以資比較。如此共計八十盆，置露天之木台上，每日用滅菌蒸餾水灌溉，至開花期即行收穫，連根拔起，將沙洗淨後，即作以下各種測定：氮素固定量；生成根瘤數；葉數；莖長及根長。所得結果，其氮素固定量及根瘤數之數值，作變量分析及曲線配合，最後並計算各測得之特性間的相關係數，由計算結果，得知於試驗情形之下，盆砵之間無顯著的變異，故樣品可視為均一，同時觀察之次數分配，與理論之常態曲線亦能適度配合，故樣品當屬正常。至各特性間之相關，由各相關係數觀之，均屬正相關，且除根瘤數與根長，葉數與根長；根瘤數及葉數二者與莖長間之相關係數外，餘均極為顯著，若將各 r 值互相比較之，更可得結論如下：

（1）氮素固定量與任何其他特性間之相關程度，較之其他任何特性間之相關程度為高。

（2）根長與任何其他特性間之相關程度，較之其他任何特性間之相關程度為低。

換言之，即在整個氮素固定作用中，就本試驗所測得之苜蓿五種特性言之，氮素固定量與其他四者均有很密切的正相關，即氮素固定量愈多，根瘤數，葉數，莖長及根長亦必隨之增加。至根長與其他各特性間之關係，則屬甚淺，且多不顯著。

參攷文獻

（註一）Fred, E. B., Baldwin, I. L., and McCoy, E. 1932 Root Nodule bacteria and leguminous plants. univ. of wis. Studies in Sci. No. 5. P.41.

（註二）Lohnis, F., and Hansen, Roy. Nodule bacteria of leguminous plants. Jour. Agr. Res. 20: 543–556

（註三）同（註一） P.142

（註四）Thornton, H. G. 1931 Lucerne " inoculation " and the factors affecting its success. Imp. Bur. Soilsci., Tech. Corn., No. 20, P.17

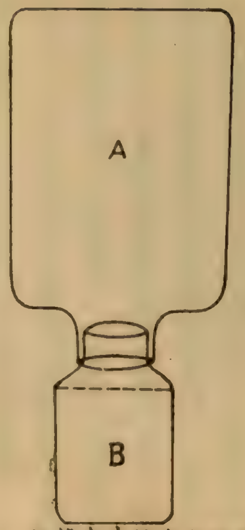
（註五）Hawk, p. B., and Bergeim, O. Practical physiological chemistry

（註六） Tippett, L. H. C. 1931 The methods of statistics. London p.90－103

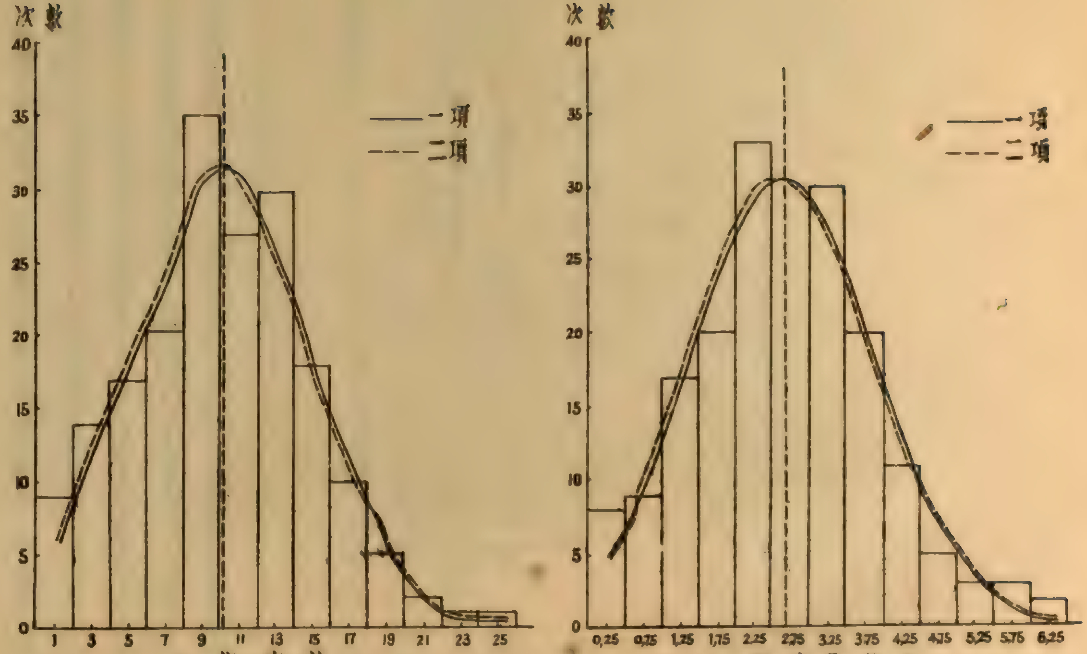
（註七） Rietz, H. L. 1924 Hand book of mathematical statistics. Combridge mass. P.96

（註八） 同（註七） P.114—119.

（註九） Fisher, R. A. 1930 The statistical methods for research workers, ed. 3. Edinburgh P.75



圖一 根瘤生成檢定之裝置
A. 1000cc. 廣口瓶 植物生長所
B. 2500cc. 廣口瓶 內盛200cc
07% 洋菜培養劑



圖二 根瘤數與固定氮素量之觀察分配與Charlier氏級數之比較

土壤中的藻類植物

陳華癸

（中央農業實驗所土壤肥料系）

土壤中含葉綠體，能行光合作用的微生物什九屬於藍綠藻類，綠藻類和矽藻類。它們和自食的細菌是土壤中能從無機炭化物製成有機質的微生物。土壤的表面和裏面都有藻類植物生長；但是光合作用只能在土壤表面發生，在土壤裏面的藻類實際上是營着不自食的生活，和菌類植物一樣。就量言之，土壤中含藻類植物不多，其原生質約合土壤中原生動物的三分之一。

(一)土壤中藻類植物的數目和分佈

土壤中藻類植物的數目很難測定。其數目不很多，不能在顯微鏡下直接數。藻類植物體外多附有黏液，很難分散，而且一個藻類植物的個體沒有一定的定義，一個細胞，一條細胞，一團細胞，或者幾個被黏在一起的聚落，都能發生成一個單聚落。因此我們因稀釋培殖方法所求得的聚落的數目，並不能真的代表原標本中所含藻數的數目。用很粗率的稀釋培殖方法，每克土壤約含十萬之數。就一般而論，耕作的土壤中所含的藻類植物比不耕作的土壤多；草地比耕作的土壤更多。

當然土壤中藻類植物的數目隨環境和季節而變更。Stokes (1940)在施用不同的肥料的土壤中，每月取得標本一次，數其中藻類植物和細菌的數目，其結果見表一，就一般而論，施用石灰對土壤中藻類植物的數目並無影響。施用肥料的地比不施肥的地含數目多，不施肥的地和施用磷鉀和牛糞的地，從夏天到新春，數目漸次加多，但是在施用磷鉀和硫酸銨的地上，藻類植物數目的增減不和季節或任何連係。Franc'e (1921) 也說土壤中的藻類植物以冬季爲最多，惜未見其原文。土壤中的藻類植物的數目也隨着土壤的深淺而變。表面最多，上面三四寸也多，再往下漸減少。Bristol-Roach (1927) 就施肥和不施肥的土壤，數幾種普通藻類在土壤的不同的深度時的數目，其結果(表二)顯示在不同深度中各類藻類植物數目的變異並沒有一定的動向。

在土壤深處的藻類，似乎也是在活躍的生活和繁殖着，而不是僅以胞子的狀態存在。Moore及Karrer(1919)將截片埋在一公尺深的底土中，見到藻類植物還在玻璃片上繁殖。

土壤中的藻類植物什九是屬於藍綠藻類，綠藻類和矽藻類。Singh 氏的工作是用印度的水稻土風乾以後再檢查的，似乎不能代表水稻中藻類植物的正常現象。Bristol的工作也是用的風乾土，可是她的標本採自旱地土壤，或不致有何出入。

(二)土壤中的水份酸度和有機質對藻類植物的影響

藻類本是水生的植物，因此土壤中水份的變異對藻類植物的繁殖影響莫大。就Stokes氏的實驗結果，無論表土和底土，在百分之六十保水量時藻類，植物的數目最多，水份更黃或更低，其數均逐漸減少，酸度對土壤中藻類植物的繁殖，影響亦大。Stokes 用酸度爲 pH4.2的酸性土壤做基礎，加不同量的$Ca(OH)_2$使成 pH 4.2, 5.3, 5.9, 6.3, 7.4, 和 7.6。兩月後，檢查各種土壤中藻類植物的數目，結果生長在表面的藻類植物隨 pH 値的增長而漸次加多，但是，深處的藻類植物對 pH 的反應很不規則，在 pH5.9的土中數目最多，在 pH6.3的土中數目最低，沒有一定的變異方向。

藻類植物是行光合作用的自食生物，雖然在只有有機質食料而無陽光時也能生長，其生長總不會很盛。土壤中有機物的增加對它有害無益。其所以爲害的原因大概是與土壤中不自食微生物爭取必要氮素和其他主要原素的結果。炭素有機質的增加足以刺激土壤中細菌和其他不自食微生物的生長，因而將土壤中有效氮素和其他主要原素組合成原生質，不能供給藻類植物利用。就Stokes氏之研究，土壤中加葡萄糖後，細菌數目先行增多，等到細菌數超過最高點，漸次降落時，藻類植物的數目才漸漸增加。假如在加炭素有機質時同時加磷酸銨則藻類植物的繁植可以提前。

(三)藻類植物在土壤中的作用和對作物生長的關係

Russell氏(1937)歸納藻類植物在土壤中的活動有五項：

(1)增加土壤中的有機質 這是光合作用的產物，只能在土壤表面發生。在平常的土壤上，藻類植物所造成的有機質當然不能和高等植物比。可是在新造成的土壤上藻類是生物的先驅者。當1883年Krakatoa火山爆發後，在礦物質的禿面上最先長的是六種藍綠藻，這些藍綠藻把岩石造成土壤，以爲高等植物生長的前驅。

(2)固定氮素 藍綠藻類的固氮作用經諸家實驗證明後，印人De氏及其同人認爲其對水稻田中氮素的供給甚爲重要。De氏(1936)取印度各處的水稻土放皿中，覆以淸水，置于陽光下。三月後增加氮素自百分之四至三十五。假若這結果能代表水田中藍綠藻的固氮作用，是値得我們注意

的。冬水田中培殖藻類植物的繁殖或者有幾種綠肥的效用。

(3)藻類植物和Azotobacter 共生可以增加後者的固氮能力。

(4)土壤中的藻類植物能吸收單簡的，容易氧化的有機質；這點和其他不自食的微生物一樣。

(5)在水稻田中藻類植物的生長有益于作物的呼吸，藻類植物在水中吸取稻根所放出的CO_2，放出O_2來，溶於水中幫助稻根的呼吸，(Harrison 及 Aiyer, 1913. 1914)

(四)藻類植物的固氮作用

把空氣中的游離氮分子造成氮素化合物，因而使植物得到可利用的氮素食料的作用，我們稱爲固氮作用。討論藻類植物是否有固定氮素的作用，前後已有五十餘年的歷史。可是因爲培養方法和分析方法的不謹慎，兼以各人所用的品種的不同，諸家所得的結果，相反的地方很多。我們所得到的一點比較正確的觀念不過是近十年的事。Frank 氏(1889)最先見到藻類植物的培植體可以固定氮素。但是他的培植體並不是只有藻類植物，裏面夾雜着許多細菌。他所見到的固氮作用並不一定是藻類植物的作用。Kossowitch (1894) 和 Schramm (1914) 等用數種純系培植體作實驗。結果它們都不能固定氮素。Wann氏(1921)把 Schramm氏所用的藻類植物培植在含硝酸鈣或硝酸鈣和葡萄糖的培養基中，見到每瓶可以固定1 -25mgm的氮素。這和Schramm氏所得的結果相反。據Bristol及Page(1923)說並不是在含有無機氮化物和葡萄糖的培養基上藻類植物便能固定氮素，而是 Wann氏的分析氮素的方法的錯誤。兩氏指出 Wann氏所用的定氮方法在含硝酸鹽的環境下錯誤太大，結果不可靠。兩氏用更精確的方法重作Wann氏的實驗，並不見有何固氮作用。

前面所提諸家的工作都是以綠藻做材料。以藍綠藻作實驗的工作，却什九找到其能固定氮素。Molisch (1926) 見到 Nostoc在缺氮的培養基中生長得比在含硝酸鹽的培養基中好。Drewes (1928)分離出Anabacna rarlabilis, a, sp. 及Nostoc Punctiforme 的純系培植體，先將它們接種在四種細菌的培養基上以證明沒有細菌附生着，而後再將各純系的培植體培養在缺氮環境下。這樣Drewes見到這三種藍綠藻確是固定氮素。後來Allison及Morris (1932) 利用紫外光照射法分離出純系的Anabaena variabilis, Allison及Hoover (1935) 用同法分離出純系的Nostoc sp, De(1939)用砂盤培養法分離出純系的Anabaena, Variabilis, A. gelatinosa A. Nariculoides及 Phormidium foreolarm。除最末一種外，這些藍綠藻均能固定氮素。此外 Copeland (1932) 稱他在缺氮的溫泉水中分離出 Oscillatoria Princips, O. formosa, Spirulina labyrinthiformis及Phormidium laminosum，四者均能固定氮素。

(五) 結 論

總集諸家的報告，我們可以說：綠藻不能固定氮素，而藍綠藻却有這種能力。不過這種固氮能力在大自然中究竟有幾多强，在農業上是否有能利用之處，前人的工作有限，還不能斷論。

附表一 季節和肥料對於土壤中藻類植物數目的影響（每克烘乾土之數）

	不施肥		施磷鉀及牛糞尿		施磷鉀及硫酸數	
	不加石灰	加石灰	不加石灰	加石灰	不加石灰	加石灰
六月廿四日	4,792	2,357	174	32	6,034	28,372
八月四日	6,458	7,100,000	7,711	3,000	14,400	7,100,000
八月三十日	18,900	33,150	18,800	18,900	——	——
十月三十一日	17,700	38,100	23,620	11,200	8,900	11,600
十二月十三日	85,400	212,000	59,000	62,500	7,230,000	144,200
一月二十五日	58,400	110,400	37,200	26,200	13,400	7,230,000

附表二 土壤中幾種普通藻類在不同深處之數目（每克之數）——Bristol－Roach, 1927

名稱	不施肥土				施肥土			
	表面	5 cm	10cm	15cm	表面	5 cm	10cm	15cm
Chlorococcum humicola	2,072	1,300	2,072	407	3,316	5,325	18,138	5,325
Pleurococcus vulgaris	141	648	162	80	3,316	514	648	181
Chlorella sp.	11,000	5,325	4,196	1,030	23,752	14,171	23,752	1,642
Bumilleria exilis	204	37	407	49	8,626	648	648	257
Heterococcus viridis	1,030	817	5,325	1,642	18,138	5,325	4,196	5,325
Protococcus viridis	323	1,642	14,171	648	407	514	5,780	1,030
Chlamydomonas muscicola	648	648	2,072	407	3,316	323	648	101
Stichococcus bacilaris	181	5	57		80	162	37	
Hantzschia amphyoxys	37				49	80	27	19
Naricula atomus	37			19	27	49	37	37

粉體土壤酸度試劑之配製及其應用

彭 謙 朱祖祥

（國立浙江大學農業化學系）

作者於一九四〇年夏，應湄潭中央茶場劉淦芝場長之邀，赴該場苗圃，見同一區中，茶苗生長強弱異甚，爰當時採取土樣，用屈阿格氏土壤酸度試劑(Truog Triplex Soil-Indicator)測定之結果，凡茶苗生長旺盛者，酸度均在pH 6.5以下，反之生長不良者酸度均在pH 6.5以上，此與一般茶樹土壤專家所報告茶樹生長需要酸性土壤之事，甚相符合，乃計劃將該場全部土壤作一整個之酸度調查。其時以屈氏試劑，所餘無幾，該試劑之成分及配合法，因專利關係，未予宣佈，向美購買，又極困難，因又計劃自行配製試劑，以供大規模對外調查之用，此本研究之所以開始也。

粉體試劑配置之經過

選擇指示劑配製混合試劑時應注意三點，即：指示劑須不被土壤吸收，指示劑對酸度之感應須靈敏，及發生之顏色不得有混淆之衝突。本此原則，經多次之試驗，最後選定溴甲酚綠，溴甲酚紫及甲酚紅三種。先稱各種0.1克於瑪瑙研缽內，加0.1n NaOH 5.9cc. 及蒸餾水若干c.c 研溶後，稀釋至400c.c.。同時照Clark及Lubs之方法，製備pH 4.0, 4.4, 4.8, 5.2, 5.6, 6.0, 6.4, 6.8, 7.2, 7.6, 8.0, 8.4, 8.8及9.2之緩衝溶液。將混合試劑5滴及緩衝液5c.c.於試管中，即得橙黃，黃綠，綠，藍及紫諸色逐漸變化之標準色液，由pH 4.0至pH 8.0間之變化尤為顯著，pH 8.0至pH 9.2間之顏色較不易分辨。次以已有電測法所知pH值之土樣各0.5克，及中性硫酸鋇0.3克於Pyrex試管中，加蒸餾水5c.c.及混合試劑5滴，並搖動後靜置一夜，與標準比色結果如下：

土樣號碼	說明		pH 電測法	pH 混合指示劑法
1331	鹼土	0—10公分	9.34	9.2+
1331	鹼土	30—40公分	9.33	9.2+
2220	淡栗鈣土	0—35公分	8.40	8.6

2227	暗栗鈣土	0—5公分	7.53	7.8
2228	暗栗鈣土	5-36公分	7.97	8.0
1670	濕土	34-61分公	7.09	7.0
1671	濕土	61—76公分	7.07	6.9
2290	黃壤	0—32公分	6.85	6.8
2291	黃壤	32—51公分	7.12	7.2
1368	灰化棕壤	19-100公分	5.00	6.1
1376	灰化棕壤	0--15公分	4.38	6.0
1377	灰化棕壤	15—40公分	4.86	5.6

由上表所示，除土樣1368,1376及1377等三種外，其餘與電測法所得之結果極為相近。為求該試劑之更簡便及適用於野外工作計，乃配製含每種指示劑0.1%之濃液100c.c.與新沉澱之純硫酸鋇100克混合，將酸度調節至pH6.8後，於蒸氣鍋上烘乾，並磨碎至可通過每英寸百孔之銅篩，即得藍綠色之粉體試劑。試取標準緩衝液一滴，置於潔白之磁片上而灑以少許之粉體試劑即產生與前述標準液相同之各種顏色，將此粉體試劑灑於潤濕之土壤表面時，雖亦能依其已知之pH值產生與標準液相同之顏色，而以指示劑易被土壤吸收之故，所產生之顏色，易於消失而難持久。因再加1.5%之火棉膠液100c.c.於100克之粉體試劑中以固定之，並調節酸度烘乾及磨碎如前。

粉體試劑之應用

茲將用此粉體試劑測定土壤酸度之手續詳述如下：

1.將粉體試劑盛於平底玻管中，管口用每英寸有百孔之銅絲網封之，其外更加嚴密之橡皮蓋，以資啓閉。

2.將由pH4.0至pH9.2之緩衝液每種各傾1--2滴於潔白磁盤中。灑粉體試劑於上，恰恰將其完全遮蓋，於5分鐘後調和水彩顏料，描繪於潔白硬紙之上，共繪14種，以作比色標準之用。

3.測定時進行如下： a.取土壤約0.1克，置小蒸發皿中，加蒸溜水約1.0c.c.，用玻棍攪拌至泥漿狀。 b.用玻棍尖移泥漿少許，均勻舖於白磁片上，使成一寬廣各約1 cm. 厚約0.5mm.之薄膜。 c.用左手倒執試劑瓶，用右手輕輕敲瓶底，同時移動瓶口，俾一薄層之試劑均勻撒於泥漿之上，恰恰將泥漿顏色蓋住，不可過多。 d.於5分鐘以後與標準比較，比色時光線須充足，pH8.0以上之顏色尤宜在强光下比較。

今將用此法測定已知pH值土壤之結果，列表如下：為比較起見，並將用屈氏法所測得之結果列入。

土樣號碼	pH 值		
	電測法	屈氏法	粉體酸度試劑法
1331	9.34	8.4	8.8
1332	9.45	8.4	9.2
1333	9.33	8.4	9.2
2220	8.40	8.3	8.2
2227	7.53	8.2	7.5
2228	7.97	8.3	8.2
1670	7.09	7.5	7.1
1671	7.67	7.3	6.8
2290	6.85	8.0	7.0
2291	7.12	8.3	7.2
2292	6.80	8.2	7.4
2293	6.62	8.1	7.2
1368	5.50	5.0	5.3
1376	4.58	5.5	4.8
1377	4.86	4.6	4.6

由上表觀之，利用粉體試劑測定各種土壤之酸度，除1331，2292，及2293三種土壤外，餘與電測法所得結果，甚為相近。再就屈氏法所得結果觀之，1331，1332及1333三種之pH值，超出屈氏試劑範圍以外（屈氏試劑所能指示之最高pH值為8.5），其不能一致自無足怪，但與2290，2291，2292及2293四種之差異，殊屬太大。尤有進者，此四種土壤均屬黃壤，故屈氏法是否能實用於此種土壤，為一個得當細研究之問題也。今如以電測法為標準，而計算用粉體試劑及屈氏法所得pH值之平均差（Mean Deviation），則前者為±0.24，後者為±0.72（1331，1332，1333三種土壤均未計算在內）。由此足證粉體酸度試劑在應用上實較優於屈氏試劑也。

結　論

粉體土壤酸度試劑係由三種指示劑與純硫酸鋇混合及用火棉膠液固定而成。用時，手續簡捷，攜帶便利，結果亦相當準確。當此抗戰期間，欲謀增加作物產量，則土壤酸度測定之工作，不可或缺。由國外輸入儀器藥品既感困難，則此粉體試劑宜具有推廣之價值也。該試劑不僅適用於土壤酸度測定之用，凡清亮溶液或渾濁液體，酸度在此試劑範圍以內者，皆可應用之。

再者當研究期間蒙本校生物系羅宗洛先生借給一部分之藥品及地質調查所熊毅先生賜寄經電測法而得pH 值之土樣多種以資對照，作者於此謹致感謝之忱。

—完—

肥料放置法盆栽試驗

未　諛　顯

（江西省地質調查所）

在肥料來源普遍缺乏之今日，應如何斟酌土性，施放肥料，使少量肥源，可發揮其最高效率，實爲目前農業界亟應解決之問題。三十年春著者於江西省地質調查所開始進行此項試驗，茲將試驗一年所得之結果分別詳述如次，以供有心經營農業者之參考焉（註一）。

（一）試驗設計

肥料放置法試驗，普通都用於田間進行，此次爲節省人力物力起見，故採用盆砵法，本法管理方便，不受地域面積，土壤分佈及深淺等限制，且處理方法可任意增加，凡此種種，均非田間試驗所可及。

爲使所得結果更爲精確實用起見，故供試土壤均爲未經施肥之生荒土，土壤種類計分老紅壤、紅壤、幼紅壤、棕壤、沖積淺黃色土、紫色土等六大類，此類土壤常見於吾國南部諸省，其中尤以紅壤類者，分佈更爲廣泛。

（二）供試土概述（註二）

1.千金坑砂壤土（老紅壤）——採自泰和中正大學後丘陵之上部

此種土壤來自古代之沉積物，常呈深紅至棕紅色，普蓋於丘陵上部，層厚在數公尺以上（與第四紀紅土之沉積年代相近，或即爲第四紀紅土之一部），富含游離鐵質，易生鐵質硬盤與管溶構，乏保水力，雜有多量之石英細粒與少量之黑色礦物白雲母片等，呈強酸性反應，發育層土粒呈凝粒狀構造，易被雨水分散而有深溝狀之侵蝕現象，結持異常堅實，深度淋溶層常露於地表，其分佈之地大都爲不毛之區。

2.小塘洲粉砂壤土（紅壤）——採自泰和小塘洲江西省紅壤改良試驗場

（註一）本試驗進行之初承中央地質調查所土壤研究室主任技師侯光炯先生詳加指導文成之後更蒙其悉心審閱對於本文示正之處頗多，特誌於此，藉表謝忱。

來自第四紀紅土，常呈棕紅至棕黃色，分佈于贛水附近低平丘地帶，坡度罕有超過5°者，含多量游離鐵質易起淋溶澱積，黃化，灰粘化等作用，粘盤層常在土表二十公分以下，保水回潤力薄弱，乏磷質，呈強酸性反應，結持堅硬，土層深厚，易生侵蝕作用，分佈地以生長稀疎之雜草爲主。

3.冬水源粘壤土(灰粘性紅壤)　採取地同前

爲由第四紀紅土時經雨水淹後所成之灰粘化產物，全剖面均呈灰白色或稍雜有黃斑，矽鋁之一部隨滲水而達於表面，乾時呈純白色，結持堅密而易碎，保水回潤力薄弱，雨後土粒極易分散，土表常有厚約一二公分粗有機質之聚積，礦質養分業已淋失淨盡，呈強酸性反應。

4.天馬山細砂壤土(幼紅壤)　採取地同前

由新紅岩風化而來之殘積性或局部冲積性之土壤，呈紫紅色，見于丘陵地帶，坡度不一，土層深厚，結持疎鬆，微見侵蝕作用，保水回潤力均較前者爲強，雖含有游離鐵質，但不易起淋溶、澱積、黃化等作用，含有微量之有效磷酸及白雲母片，呈強酸性反應，分佈地常生有密茂之松林。

5.玉華山壤土(棕壤)　採自泰和養魚試驗場附近

成自侏羅紀安源煤系砂頁岩風化物，見于玉華山黃崗一帶之山地，山高約在二百公尺左右，坡度常在10°左右，土層深厚，結持疏鬆，無顯著之構造，未見溝狀侵蝕，土色棕黃，底層已起微度之灰化作用，剖面全部雜有半經風化之砂岩碎塊及白雲母片，呈酸性反應，土表常有粗有機質之聚積，生長松林尚佳。

6.贛江砂壤土(冲積性原色土)　採自泰和南門外

爲贛江河道之冲積物，呈棕黃色，分佈于贛江兩岸，土層疎鬆深厚，未見發育徵象，剖面質地亦少變化，富含白雲母片，亦含少量之磷酸，呈酸性反應，保水回潤力均甚高，物理性質優良，大部均已種植，生荒土僅有小面積之零星分佈。

7.紫光山細砂壤土(紫色土)——採自泰和中正大學

爲由紅岩層中紫色細砂頁岩等經機械風化而來之物質，散見于紅岩系區域中之丘陵地帶，呈暗紫色，土層厚度不及一公尺，結持疏鬆，常見有深溝狀或片狀等侵蝕，保水力不甚高，但水分之回潤力頗強，剖面未發育，富含磷酸、石灰，高矽鋁鐵率之膠質等，呈強鹼性反應(pH8—9)，分佈地大半荒蕪，但在丘陵低處，土層深厚處可見蒼翠之纓絡柏。

(註二)　吳本忠等著：江西泰和區土壤概述

(三) 試驗方法

供試驗之盆砵其容積，高度均與密氏盆相同，每盆中放置試土8公斤，共分七組，每組重複至二次，各組之處理如下：

第一組(B)不施肥——試土中不加任何肥料即行播種。

第二組(S)表肥——施加完全肥(包括有機質)所加肥料與盆中1——5公分間之試土混和。

第三組(M)中肥——仝(S)惟肥料與盆中9——13公分間之試土混和。

第四組(Bo)底肥——仝(S)惟肥料與盆中17——21公分間之試土相混和。

第五組(H)全肥——仝(S)惟肥料與盆中1——21公分間之試土混和。

第六組(Si)旁肥——仝(S)，惟肥料置於作物根部之下方附近，不與試土勻和。

肥料均一次加入，隔日即行播種，以後不再追加任何肥料，所用肥料，均爲農家日常所用或市上易於購置之芝麻餅，蒸煑骨粉，草灰等，取來後，即分別磨碎，去其夾雜物，通過2m.m.之篩子，然後充分混合稱重備用，芝麻餅粉碎混和後，於半日內卽行秤重加入試土中，以免因微生物之作用而致使淡氣之逃逸，今將各種肥料之用量及其三要素之大概含量列表如下：

第一表　各種肥料成分及施用量

名稱	來源	三要素含量 N	三要素含量 P_2O_5	三要素含量 K_2O	每盆施用量	相當於每畝施用量
芝麻餅	市上	5	2	9	6克	312市斤
蒸煑骨粉	江西農業院	4	26		1克	52市斤
草灰	自燒	/	3	12	1克	52市斤

(四) 試驗結果

1. 生長情形

高粱生長情形，常因供試土及肥料放置法之不同相差甚遠，總括言之，紅壤類各試土及棕壤等不施肥者，高粱生長至10公分左右後卽行停止，四五十日後卽全部枯死。中肥，全肥，底肥各組與不施肥者相似，表肥一組高粱之生長較佳，且能出穗結實，旁肥一組，卽在同一土壤之重複盆中，高粱生長相差甚大，決不能相互對照。其他冲積性原色土及紫色原色土，不論施肥與否，

生長均較佳，除極少數不能出穗外，其他均有收穫，惟亦未因肥料放置法之不同而異其生長之速度，茲將各組高粱生長情形列表如下：（見第二表）

第二表　各組高粱生長情形

試土名稱	組別＼生長高度（公分）	發芽後半月	發芽後一月	發芽後二月	發芽後三月	發芽後四月	發芽後五月	發芽後六月
千金坑砂壤土	B（不施肥）	6	11	11（枯死）	/	/	/	/
	S（表　肥）	7	14	16	70	83	未生長	未生長
	M（中　肥）	6	12	13（枯死）	/	/	/	/
	B.（底　肥）	5	10	15（枯死）	/	/	/	/
	H（全　肥）	5	6	9（枯死）	/	/	/	/
	★Si—1（旁肥—1）	5	6	7（枯死）	/	/	/	/
	★Si—2（旁肥—2）	10	21	53	91	121	未生長	未生長
小塘洲粉砂粘土	B（不施肥）	5	10	10（枯死）	/	/	/	/
	S（表　肥）	6	12	33	60	68	未生長（出穗）	未生長
	M（中　肥）	5	11	13	未生長	枯死	/	/
	B.（底　肥）	6	7	9	未生長	枯死	/	/
	H（全　肥）	6	8	25	未生長	枯死	/	/
	★si—1（旁肥—1）	8	20	枯死	/	/	/	/
	★si—2（旁肥—2）	5	9	未生長	枯死	/	/	/
冬水源粘壤土	B（不施肥）	4.5	7	10	11	枯死	/	/
	S（表　肥）	5	22	50	79	96（出穗）	成熟	/
	M（中　肥）	4.5	6	9	枯死	/	/	/
	B.（底　肥）	4.5	9	13（枯死）	/	/	/	/
	H（全　肥）	5	16	枯死	/	/	/	/
	★Si—1（旁肥—1）	7	14（枯死）	/	/	/	/	/
	★Si—2（旁肥—2）	11	21	35	77	87	未生長	收割
下	B（不施肥）	5	16	17	枯死	/	/	/

馬山細砂壤土	S (表肥)	5	12	38	77	79	未生長(出穗)	成熟
	M (中肥)	5	13	18	未生長	枯死	/	/
	B.(底肥)	7	13	13	14	枯死	/	/
	H (全肥)	5	12	枯死	/	/	/	/
	★si—1(旁肥—1)	9	30	89	98	99 出穗	成熟	/
	★si—2(旁肥—2)	11	45	95	98 出穗	成熟	/	/
玉華山壤土	B (不施肥)	5	15	15(枯死)	/	/	/	/
	S (表肥)	5	11	38	76	79	未生長	收割
	M (中肥)	6	16	17	17(枯死)	/	/	/
	B.(底肥)	5	18	18	18(枯死)	/	/	/
	H (全肥)	5	9	10	10(枯死)	/	/	/
	si (旁肥)	5	16	16	未生長	枯死	/	/
贛江砂壤土	B (不施肥)	5	7	8	23	33	35	未生長(收割)
	S (表肥)	6	18	81	124	154(出穗)	成熟	/
	M (中肥)	6	49	112	146	160(出穗)	成熟	/
	B.(底肥)	5	26	83	105	106(出穗)	成熟	/
	H (全肥)	5	13	71	122	140(出穗)	成熟	/
	si (旁肥)	5	11	48	123	139	139(出穗)	成熟
紫光山細砂壤土	B (不施肥)	5	15	15	28	58	75(出穗)	成熟
	S (表肥)	6	16	80	115	150(出穗)	成熟	/
	M (中肥)	5	37	101	135	175(出穗)	成熟	/
	B.(底肥)	5	28	94	118	135(出穗)	163(成熟)	/
	H (全肥)	5	9	31	87	92	112(出穗)	成熟
	si (旁肥)	5	10	64	98	105	105(出穗)	成熟

★〔註〕:此係重復之試盆,因二者生長情形不一致,故一併列出。

2. 產量

高粱於收割後,將桿實等分別包置編號,先行風乾,至全部收割後,再行風晒一月,然後分

別秤重，第三表係各組產量之差異狀况。

第三表　各組高粱平均產量表（相差遠者仍分別列出）

試土名稱	組別 \ 結果	每盆產量（克）			相當於每畝產量（市担）			出穗日期	收穫日期	備攷
		桿重	果粒重	總量	桿重	果粒重	總量			
千金坑砂壤土	B（不施肥）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後7週	枯死
	S（表肥）	11.0	未結實	11.0	3.63	未結實	3.63	未出穗	發芽後26週	枯死
	M（中肥）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後6週	枯死
	H（全肥）	0.3	未結實	0.3	0.09	未結實	0.09	未出穗	發芽後9週	枯死
	B.（底肥）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後7週	枯死
	Si-1（旁肥-1）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後6週	枯死
	Si-2（旁肥-2）	30.4	3.3	33.7	10.13	1.10	11.10	發芽後19週	發芽後23週	成熟
小塘洲粉砂粘土	B（不施肥）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後6週	枯死
	S（表肥）	8.1	0.4	8.5	2.67	0.13	2.80	發芽後21週	發芽後26週	成熟
	M（中肥）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後10週	枯死
	H（全肥）	1.8	未結實	1.8	0.59	未結實	0.59	未出穗	發芽後12週	枯死
	B.（底肥）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後11週	枯死
	Si-1（旁肥-1）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後7週	枯死
	Si-2（旁肥-2）	1.4	未結實	1.4	0.46	未結實	0.46	未出穗	發芽後12週	枯死
冬水源粘壤土	B（不施肥）	0.5	未結實	0.5	0.17	未結實	0.17	未出穗	發芽後14週	枯死
	S（表肥）	14.9	2.1	17.0	4.92	0.69	5.61	發芽後15週	發芽後17週	成熟
	M（中肥）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後12週	枯死
	H（全肥）	0.5	未結實	0.5	0.17	未結實	0.17	未出穗	發芽後10週	枯死
	B.（底肥）	0.5	未結實	0.5	0.17	未結實	0.17	未出穗	發芽後8週	枯死
	Si-1（旁肥-1）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後9週	枯死
	Si-2（旁肥-2）	12.9	未結實	12.9	4.26	未結實	4.26	未出穗	發芽後26週	尙未死
天馬山	B（不施肥）	0.7	未結實	0.7	0.23	未結實	0.23	未出穗	發芽後10週	枯死
	S（表肥）	8.4	0.8	9.2	2.77	0.26	3.04	發芽後20週	發芽後23週	成熟
	M（中肥）	0.7	未結實	0.7	0.23	未結實	0.23	未出穗	發芽後16週	枯死

細砂壤土	B.（底肥）	0.6	未結實	0.6	0.20	未結實	0.20	未出穗	發芽後11週	枯死
	H（全肥）	0.5	未結實	0.5	0.17	未結實	0.17	未出穗	發芽後6週	枯死
	Si-1（旁肥-1）	23.3	4.80	28.1	7.69	1.58	9.27	發芽後15週	發芽後20週	成熟
	Si-2（旁肥-2）	20.1	1.90	22.0	6.63	0.63	7.26	發芽後15週	發芽後19週	成熟
玉華山壤土	B（不施肥）	0.6	未結實	0.6	0.20	未結實	0.20	未出穗	發芽後7週	枯死
	S（表肥）	20.5	未結實	20.5	6.77	未結實	6.77	未出穗	發芽後26週	尙未死
	M（中肥）	0.5	未結實	0.5	0.17	未結實	0.17	未出穗	發芽後14週	枯死
	B.（底肥）	0.5	未結實	0.5	0.17	未結實	1.17	未出穗	發芽後14週	枯死
	H（全肥）	0.4	未結實	0.4	0.13	未結實	0.13	未出穗	發芽後14週	枯死
	Si（旁肥）	0.5	未結實	0.5	0.17	未結實	0.17	未出穗	發芽後16週	枯死
贛江砂壤土	B（不施肥）	3.60	未結實	3.6	1.19	未結實	1.19	未出穗	發芽後26週	尙未死
	S（表肥）	35.0	12.0	47.0	11.55	3.96	15.51	發芽後17週	發芽後26週	成熟
	M（中肥）	49.7	11.4	61.1	9.44	3.76	20.16	發芽後15週	發芽後18週	成熟
	B.（底肥）	28.6	2.5	31.1	16.40	0.83	10.26	發芽後17週	發芽後20週	成熟
	H（全肥）	20.0	8.8	28.8	6.60	2.90	9.50	發芽後17週	發芽後21週	成熟
	Si（旁肥）	40.0	6.5	45.5	13.20	2.15	15.35	發芽後20週	發芽後24週	成熟
紫光山細砂壤土	B（不施肥）	11.0	1.1	12.1	3.63	0.36	3.99	發芽後20週	發芽後23週	成熟
	S（表肥）	37.6	6.8	44.4	12.41	2.24	14.65	發芽後17週	發芽後21週	成熟
	M（中肥）	66.4	11.4	77.8	21.91	3.76	25.67	發芽後15週	發芽後20週	成熟
	B.（底肥）	35.6	6.2	41.8	11.75	2.05	13.79	發芽後19週	發芽後23週	成熟
	H（全肥）	13.2	5.3	18.5	4.36	1.75	6.11	發芽後21週	發芽後26週	成熟
	Si（旁肥）	23.9	6.8	30.7	7.89	2.24	10.13	發芽後19週	發芽後23週	成熟

（五）結果說明

就此次試驗所得，可作簡單之說明如下：

1.由上述結果，可知肥料放置地點，確宜斟酌土壤種類加以變換。

2.傳導肥料之速度，紅壤類各土及棕壤等均甚微弱，尤以老紅壤及玉華山壤土爲最。

3.高粱在紅壤類各土及棕壤中，不論處理若何，一般生長均較差，此與此種土壤之酸性過強

，地力磽瘠不無有關，但試觀表肥一組，肥料放置地點較近供試植物之根部者，高粱即可倖免於中途枯死，亦可知此種土壤導肥力之低微，實爲其瘠劣之主要原因也。

4.在紅壤類各土及棕壤中，旁肥組二重複盆之生長情形不相一致，亦且相差甚遠，其中尤以老紅壤及幼紅壤二組更爲顯著，在試驗前旁肥組中肥料之放置地點離種子若干距離及肥料之平佔面積均未予嚴格之規定，因此此次試驗中所得之結果，我人可作假說如下“當高粱發芽生長之初，在其種子中儲藏養分及其附近土液中所能吸收之養份未用盡前，其根部即已伸入肥料之附近（或肥料中）者，其生長特佳，否則即不免於死亡與不施肥組中者相同”。

5.由（3.4）二項說明，我人可知此種土壤中肥料之放置法，以表肥及旁肥爲合理與經濟，肥料最好不與多量土粒相混，愈近作物之根部愈佳，因由此次試驗所得結果，（全肥組中高粱生長情形及產量均與不施肥組中者相似）即可知也。

6.原色土各組中高粱之生長產量等相差有限，足證此種土壤之導肥率甚强，其中尤以紫色土更爲顯著。

7.就二種原色土中高粱生長速度之變化，產量之差異作一比較（表肥與底肥二組相比即可知之）我人可知冲積性原色土之保肥力較紫色土爲差。

8.二種原色土中肥料之放置地點，以在七，八公分以下最爲合宜（即中肥）

二卷一期勘誤表

本卷第一期因校閱完畢以後，承印工廠受炸遷移，致鉛字線條間有散落，文內錯誤頗多，因一部分發行較早未經改正，特再將重要誤點，更正如下：

第 97 頁　5 行，17字，「磷」字應改作「氮」字。

第 101 頁　表內「平均產量」項下，第11行「60」應改作「610」。

第14行「65」應改作「615」。

第 102 頁　表內「氮，增加」項下，第 7 行「308」應改作「38」。

第15行「64」應改作「64**」。

第 103 頁　表內「實驗地點」項下，第 6 行「雲南至貢」應改作「雲南呈貢」。

第 8 行「雲南華國」應改作「雲南草垻」。

第 104 頁　表內「實驗地點」項下，第 8 行「雲南阻靖」應改作「雲南曲靖」。

「氮，增加」項下，第 6 行「31**」應改作「37**」。

第 8 行「42」應改作「32**」

「平均產量」項下，第15行「167」應改作「107」。

第 105 頁　表內「鉀，增加」項下，第10行「1」應改作「7」。

第 111 頁　第 6 行，倒第 3 字，「磷」應改作「氮」。

第 8 行，第27字，「氮」應改作「磷」。

第 8 行，倒第 2 字「磷」應改作「氮」。

末頁「中國土壤暫行分類表」內：

「土綱」項下，「大科」應改作「土科」。

「紫色土」項下，「鹼酸性紫色土」應改作「鹼性紫色土」。

「幼年土」項下，「灰棕壤」應改作「灰棕色土」。

「酸性灰棕壤」應改作「酸性灰棕色土」。

「中性灰棕壤」應改作「中性灰棕色土」。

並于末行加入「鹼性灰棕色土」一行。

SOILS QUARTERLY

Vol. II Aril, 1942 No. 2

Contents

Soils of northwestern Szechuan plateau .... H. Yu.

The indicator plants for acid and calcareous soils in Szechuan and Kweichow .... H. Y. Hou

Soils of Tsinyunssu series and their relative types .... Y. T. Ma and C. F. Hsi

The occurence and isolation of azotobacter in soils of western Szechuan .... H. Z. Gaw and P. N. Soong

A preliminary study on the root nodule bacteria of Hairy Vetch .... H. S. Huang

An introductory review of the studies of soils algae .... H. K. Chen

A powdery indicator for rapid estimation of soil reaction .... C. Peng and T. S. Chu

Pot culture experinents on the red earths, Kiangsi; I. Variations in yield of crops as effected by the application of manures at different depth .... S. M. Chu

---

Published by

THE NATIONAL GEOLOGICAL SURVEY

(Under the Ministry of Economic Affairs)

With the Support of The China Foundation

for the promotion of Education and Culture

Pehpei, Chungking, China